



XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «УСТОЙЧИВОСТЬ И КОЛЕБАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ» (КОНФЕРЕНЦИЯ ПЯТНИЦКОГО)

С 1 по 3 июня 2022 г. в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН состоялась очередная XVI Международная конференция «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» (конференция Пятницкого). Конференция была организована ИПУ РАН при информационной поддержке IEEE Russia Section. Председатель Оргкомитета конференции – главный научный сотрудник лаборатории «Динамики нелинейных процессов управления им. Е.С. Пятницкого» ИПУ РАН *В.Н. Тхай*.

Конференция была посвящена представлению и обсуждению новых результатов, полученных российскими и зарубежными учеными в рамках следующих научных направлений:

- общие вопросы теории устойчивости и стабилизации движения;
- общие вопросы и методы теории нелинейных колебаний;
- методы функций Ляпунова;
- гладкая и негладкая динамика;
- вопросы управляемости и наблюдаемости;
- проблемы робастного управления;
- управление в механических и электромеханических системах;
- управление роботами и мехатронными системами;
- колебания, устойчивость и стабилизация в сетевых и взаимосвязанных системах;
- устойчивость и управление гибридными системами и системами с переключениями.

Конференция была проведена в формате онлайн с использованием российского программного обеспечения для видеоконференцсвязи. В течение трех дней состоялись 14 заседаний, включая две пленарные сессии. На конференции были представлены четыре пленарных и 137 секционных докладов. В мероприятии приняли участие ученые из Армении, Германии, Казахстана, Киргизии, России, Узбекистана, Франции. Ученые из России представляли научные организации и университеты из 19 городов.

На первом пленарном заседании 1 июня были представлены два доклада. С первым докладом выступил *С. Дашковский* из Института математики университета Вюрцбурга (Германия). Доклад был посвящен концепции устойчивости от входа к состоянию. Была представлена история возникновения этого понятия как естественного расширения классической устойчивости по Ляпунову на системы со входом. Были представлены различные примеры применения концепции, в рамках которой развивалась теория систем с малым коэффициентом усиления. Было отмечено, что теория устойчивости от входа к состоянию для конечномерных систем к настоящему времени приобрела заверченный вид. Был приведен обзор современных результатов по обсуждаемой теории, в частности, расширение теории на системы с запаздыванием, гибридные системы и системы с переключениями, бесконечномерные системы. В заключение были представлены некоторые открытые проблемы теории.

Второй доклад этого пленарного заседания назывался «Выбор обратной связи в задачах управления как задача оптимизации», его авторы – *Б.Т. Поляк* и *М.В. Хлебников* (ИПУ РАН, МФТИ). В работе обсуждался подход к линейным системам управления с точки зрения оптимизации. Так, в классической задаче о линейно-квадратичном регуляторе можно рассматривать матрицу линейной обратной связи как переменную и свести проблему к минимизации показателя качества по этой переменной; этот подход восходит к работам Р. Калмана середины прошлого века. Помимо линейно-квадратичной задачи, с этих же позиций в докладе рассматривались задачи подавления неслучайных ограниченных внешних возмущений путем построения статической линейной обратной связи по выходу, а также при помощи динамической обратной связи по выходу с использованием наблюдателя. Для каждой из трех рассматриваемых задач был выписан градиентный метод отыскания обратной связи и дано его обоснование. Был приведен ряд примеров, включающих в себя простой и двойной маятники.



Второе пленарное заседание, прошедшее 2 июня, также включало два доклада. Первый доклад под названием «Теория однородных динамических систем и ее приложения» представил *Д. Ефимов* из Национального исследовательского института цифровых наук и технологий (Лилль, Франция). В докладе был дан обзор теории однородных динамических систем с кратким описанием новых результатов и разработок для различных классов моделей, в том числе задаваемых уравнениями с запаздыванием или дифференциальными уравнениями в частных производных, системами с дискретным временем. Объяснялись связи однородности со сходимостью за конечное или фиксированное время и устойчивостью от входа к состоянию.

Во втором докладе «Притягивающий цикл в управляемой механической системе» *В.Н. Тхай* (ИПУ РАН) рассказал о стабилизации колебания управляемой механической системы посредством конструирования орбитально асимптотически устойчивого цикла. В докладе был изложен общий принцип стабилизации консервативных систем произвольной природы с помощью управляющих воздействий, которые формируются на основе сигналов генератора автоколебаний. В системе управления, рассматриваемой как связанная система, в качестве генератора применяется осциллятор Ван дер Поля, который односторонней связью-управлением действует на механическую систему, допускающую семейство невырожденных колебаний. Система управления состоит из электрической и механической частей: получается мехатронная схема стабилизации колебаний, в которой притяжение к циклу обеспечивается в большом.

Программа секционных заседаний была построена в соответствии с научными направлениями конференции.

На заседаниях, посвященных общим вопросам теории устойчивости и стабилизации движения рассматривались как теоретические задачи, так и задачи, связанные с управлением, устойчивостью и стабилизацией конкретных объектов, например, задачи управления в математической модели мозгового кровотока (*А.Е. Голубев*, ИПМех РАН), модели распространения ВИЧ-инфекции (*А.Н. Канатников*, МГТУ им. Н.Э. Баумана, *О.С. Ткачева*, ИПУ РАН), модели рынков (*А.М. Котюков*, ИПУ РАН, *Н.Г. Павлова*, РУДН) и др. Среди теоретических задач можно выделить применение аппарата теории матричных неравенств для исследования устойчивости (*В.А. Каменецкий*, ИПУ РАН), задачи исследования устойчивости периодических разностных включений (*М.В. Морозов*, ИПУ РАН),

задачи устойчивости и стабилизации систем с запаздыванием (*А.Ю. Александров*, СПбГУ), задачи оценки состояния непрерывной системы по дискретным наблюдениям (*А.И. Маликов*, КНИТУ-КАИ) и др.

Задачи управления и устойчивости колебаний были рассмотрены на заседаниях секции теории нелинейных колебаний и секции колебаний, устойчивости и стабилизации в сетевых и взаимосвязанных системах. Среди объектов исследований – гамильтоновы системы при различных резонансах (*О.В. Холостова*, МАИ), автоколебания аэродинамического маятника (*Д.В. Беляков*, МАИ), хаотические и периодические аттракторы (*И.М. Буркин*, ТулГУ; *Н.В. Кузнецов* и *Т.Н. Мокаев*, СПбГУ), а также связанные консервативные системы (*И.Н. Барабанов*, *В.Н. Тхай*, ИПУ РАН), многоагентные системы (*Р.П. Агаев*, *Д.К. Хомутов*, ИПУ РАН) и др.

Большая группа докладов была посвящена задачам управления в механических, электромеханических и мехатронных системах. Рассматривались задачи управления колебаниями струны (*В.Р. Барсегян*, Ереванский государственный университет, *С.В. Солодуша*, ИСЭМ СО РАН), задачи стабилизации вращений искусственного спутника Земли (*А.Ю. Александров*, *А.А. Тихонов*, СПбГУ), задачи управления различными роботами-манипуляторами (*Ю.Ф. Долгий*, *И.А. Чупин*, УрФУ; *В.А. Соболев*, *Е.А. Щепакина*, ФИЦ ИУ РАН и СамГУ; *А.С. Андреев*, *О.А. Перегудова*, УлГУ и др.), а также были рассмотрены задачи оптимального управления для механических систем, в частности, оптимальное гашение колебаний гибкого ротора в электромагнитных подшипниках (*Д.В. Баландин*, *Р.С. Бирюков*, ННГУ им. Н.И. Лобачевского; *М.М. Коган*, ННГАСУ), задача оптимального по быстродействию перемещения платформы с осцилляторами (*О.Р. Каюмов*, Филиал ОмГПУ, г. Тара) и др.

В отдельное заседание были выделены доклады, посвященные различным задачам управления для космических аппаратов и беспилотных летательных аппаратов. В частности, рассматривались задачи управления космическим роботом-манипулятором (*Е.И. Сомов*, *С.А. Бутырин*, *С.Е. Сомов*, СамГТУ), задачи управления ориентацией спутника (*Е.И. Сомов*, *С.А. Бутырин*, *Т.Е. Сомова*, СамГТУ), задачи управления движением космического аппарата с солнечным парусом (*Е.Н. Поляхова*, *В.С. Королев*, СПбГУ; *А.В. Родников*, МАИ; *Д.В. Шиманчук*, *А.С. Шмыров*, *В.А. Шмыров*, СПбГУ); для беспилотных квадрокоптеров рассматривались задачи планирования траектории, ее стабилизации, управления ориента-

цией аппарата (В.А. Александров, И.Г. Резков, ИПУ РАН; А.И. Глущенко, К.А. Ласточкин, ИПУ РАН; И.С. Тренёв, ИПУ РАН) и др.

С программой конференции и материалами докладов можно ознакомиться на сайте конференции <https://stab22.ipu.ru/>.

Отметим высокий уровень научной дискуссии на заседаниях, а также высокую степень заинтересованности участников конференции.

Благодаря выбранному Оргкомитетом из-за эпидемической обстановки онлайн-формату проведения конференции процесс решения многих организационных вопросов для организаторов и участников мероприятия упростился, и ученым из достаточно удаленных от Москвы городов России, таких как Благовещенск, Хабаровск, Иркутск, Новосибирск и др., а также ученым из-за рубежа легче было принять участие в заседаниях. В то же время в рамках заключительной общей дискуссии была выражена надежда на то, что улучшающаяся эпидемическая обстановка позволит в скором времени перейти к традиционным формам организа-

ции конференции и тем самым преодолеть дефицит живого общения между учеными.

По итогам конференции опубликован сборник материалов на английском языке «Proceedings of 2022 16th International Conference on Stability and Oscillations of Nonlinear Control Systems (Pyatnitskiy's Conference)» в электронной библиотеке IEEE Xplore: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/9807427/proceeding>.

Также опубликован сборник материалов конференции на русском языке (в электронном виде), который размещен в свободном доступе на сайте конференции: https://stab22.ipu.ru/sites/default/files/news/Stab_2022_Rus%20%281%29.pdf.

*Заместитель председателя Оргкомитета
И.Н. Барабанов*

Барабанов Иван Николаевич – канд. физ.-мат. наук,
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,
г. Москва, ✉ ivbar@ipu.ru.

16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON STABILITY AND OSCILLATIONS OF NONLINEAR CONTROL SYSTEMS (PYATNITSKIY'S CONFERENCE)

I. N. Barabanov

Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

✉ ivbar@ipu.ru

Abstract. The 16th International Conference on Stability and Oscillations of Nonlinear Control Systems (Pyatnitskiy's Conference) was held on June 1–3, 2022. The conference was organized by Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy of Sciences, with the technical co-sponsorship of IEEE Russia Section. During the conference, new results concerning various aspects of the theory of stability and nonlinear oscillations were discussed. The selected conference proceedings were published in the IEEE Xplore digital library and indexed by Scopus.

Keywords: conference, control systems, stability, oscillations.