

Цикл работ за 2015-2019 гг.
“Теория скрытых колебаний и устойчивость динамических систем”
д.ф.-м.н., профессора СПбГУ Кузнецова Николая Владимировича

Математическое моделирование динамики и определение устойчивости является актуальнейшим направлением в научном и технологическом развитии любого государства, которое стремится занять лидирующие позиции в современном мире. Изучение предельных динамических режимов (колебаний) и устойчивости необходимо в классических теоретических и в актуальных практических задачах. Развитие теории устойчивости, теории бифуркаций, теории хаоса, теории робастного управления и новые вычислительные технологии позволили по-новому взглянуть на ряд известных научных проблем и практических задач анализа устойчивости и колебаний в многомерных динамических моделях, что привело к появлению теории скрытых колебаний, ставшей современным этапом развития теории колебаний академика А.А. Андропова. Основой теории скрытых колебаний стала новая классификация колебаний как самовозбуждающихся или скрытых. В то время как самовозбуждение колебаний может быть эффективно исследовано численно, выявление скрытых колебаний требует разработки и применения специальных аналитико-численных методов. На практике переход состояния системы к скрытым колебаниям, вызванный внешними возмущениями, часто приводит к нежелательным режимам работы и является причиной аварий и катастроф. Поиск предельных скрытых колебаний (скрытых аттракторов) и определение начальных данных для их визуализации в общем случае оказывается нетривиальной задачей, решением которой в настоящее время занимаются ученые разных стран (<https://scholar.google.com/scholar?q=hidden+attractor>). В настоящем цикле работ представлены современные аналитико-численные подходы к анализу устойчивости и самовозбуждающихся и скрытых колебаний. Эти подходы применяются к известным теоретическим и практическим задачам, в которых скрытые колебания (их отсутствие или наличие и расположение) играют важную роль, а разработанные методы позволяют эффективно исследовать границы устойчивости и выявлять скрытые колебания.

Представленный цикл работ отражает результаты, вошедшие в диссертацию автора «Аналитико-численные методы анализа скрытых колебаний» на соискание ученой степени доктора физ.-мат. наук (отзывы: [член-корр. РАН Г.А. Леонов](#), [И.М. Буркин](#), [Н.Г. Кузнецов](#), [академик РАН Е.А. Микрин](#), [академик РАН В.Г. Пешехонов](#), [член-корр. РАН Р.М. Юсупов](#), [В.И. Некоркин](#) и [академик РАН А.М. Сергеев - ведущая организация ИПФ РАН](#)), защита которой состоялась 28.12.2016 в СПбГУ, и их развитие. Все представленные в цикле работ публикации были подготовлены и вошли в отчеты исполняемых в СПбГУ российских и международных проектов: РФФ, РФФИ, внутренних грантов СПбГУ, программы Ведущие научные школы РФ.

Детальное обсуждение результатов автора из представленного цикла работ и их значимости представлено в приглашенном обзоре для журнала “Известия РАН. Теория и системы управления” (Кузнецов Н.В., Теория скрытых колебаний и устойчивость систем управления, Известия РАН. Теория и Системы управления, N5, 2020, стр. 5-27: <http://apcyb.spbu.ru/wp-content/uploads/2020-rus-TISURAN-Theory-hidden-oscillations-Control-systems.pdf>), где есть ссылки на большинство представленных в цикле работ, а также представлено в видео секционного доклада на XII Всероссийском съезде по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики 2019 (Кузнецов Н.В., "Теория скрытых колебаний и устойчивость систем управления": <https://www.youtube.com/watch?v=843m-rI5nTM>).

За последние годы теория скрытых колебаний получила признание научного сообщества как в России, так и за рубежом: первые основополагающие публикации по этой тематике вошли в 2016 г. в 1% самых цитируемых статей базы Web of Science. Во многом благодаря интересу к развитию теории скрытых колебаний в представленных публикациях автор работы в 2016 и 2017 годах стал по данным Web of Science Group одним из двух самых высокоцитируемых российских ученых (Russian Highly Cited Researchers) в области математики (<http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=036a64c2-32f2-4624-bc32-8f0e4d138e7d>; <https://spbu.ru/news-events/novosti/web-science-awards-2017-matematiki-i-bioinformatiki-spbgu-stali-samymi>), а в 2019 году включен в глобальный список высокоцитируемых ученых (Highly Cited Researchers — этот статус в Шанхайском рейтинге университетов имеет одинаковый вес с Нобелевской премией и Филдсовской медалью) в области междисциплинарных исследований, где стал одним из 4 ученых с основным местом работы в РФ (<http://apcyb.spbu.ru/wp-content/uploads/2019-KuznetsovNV-AppliedCyberneticsDepartment-SPbU.pdf>).

Значимость представленных в цикле работ результатов подтверждается приглашениями автора для их представления на пленарных докладах ряда ведущих международных и российских конференций, среди которых в 2020 году: Kuznetsov N.V., Stability and hidden attractors in the simulation and theoretical study of dynamical models (keynote lecture), IEEE/ACM 24th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications, 2020 (Czech Republic) <http://ds-rt.com/2020/keynote>; N.V. Kuznetsov, Theory of hidden oscillations and stability of dynamical systems (plenary lecture), 6th International Conference on Complex Dynamical Systems and Applications, 2020 (February 21-23, India); Kuznetsov N.V., Theory of hidden oscillations (with a tribute to Gennady A. Leonov) (plenary lecture), CHAOS 2020 (Italy).

Series of publications for 2015-2019 years
"The theory of hidden oscillations and the stability of dynamical systems"
Dr. Sci., Professor of St. Petersburg University
Nikolay Kuznetsov

Mathematical modeling of dynamics and determination of stability is the most urgent direction in the scientific and technological development of any state that seeks to take a leading position in the modern world. The study of limiting dynamic regimes (oscillations) and stability is necessary in classical theoretical and actual practical problems. The development of the theory of absolute stability, the theory of bifurcations, the theory of chaos, and new computing technologies made it possible to take a fresh look at a number of well-known theoretical and practical problems in the analysis of multidimensional control systems, which led to the emergence of the theory of hidden oscillations, which represents the genesis of the modern era of Andronov's theory of oscillations. The theory of hidden oscillation is based on a new classification of oscillations as self-excited or hidden. While the self-excitation of oscillations can be effectively investigated numerically, the revealing of hidden oscillations requires the development of special analytical-numerical methods. In practice, the transition of the state of the system to hidden oscillations caused by external disturbances often leads to undesirable operating modes and is the cause of accidents and catastrophes. Finding the limiting hidden oscillations (hidden attractors) and determining the initial data for their visualization in the general case turns out to be a nontrivial problem that scientists from different countries are currently studying (<https://scholar.google.com/scholar?q=hidden+attractor>). This series of works presents modern analytical and numerical approaches to the analysis of stability and self-excited and hidden oscillations. These approaches are applied to well-known theoretical and practical problems in which hidden oscillations (their absence or presence and location) play an important role, and the developed methods make it possible to effectively investigate the stability boundaries and reveal hidden oscillations.