

О СОВМЕСТНЫХ РАБОТАХ С Г.А. ЛЕОНОВЫМ

А.Л. Фрадков

ИПМаш РАН

Россия, 199178, Санкт-Петербург, Большой пр. В.О. д. 61

E-mail: fradkov@mail.ru

Моя первая совместная работа с Г.А.Леоновым была опубликована в 1971 г. в трудах V Всесоюзного совещания по проблемам управления [1]. Она возникла случайно: оргкомитет Совещания принял доклады Леонова и мой с условием, что доклады будут объединены. Мы их объединили просто механически. На кафедре В.А. Якубовича всегда существовали два основных направления: «Нелинейные системы» и «Адаптивные системы». Мы с Г.А. принадлежали к разным направлениям и потому тем для совместных работ практически не было. Следующий повод появился в начале 1990-х. Я тогда перешел на работу в ИПМаш РАН и стал больше интересоваться управлением в механике, и, в частности, задачами управления колебаниями. В 1993 г в Австралии я узнал о целом потоке работ по управлению хаосом и мне показалось полезным сотрудничать с группой Г.А. Тогда и появилась первая тоненькая книжка под нашей совместной редакцией [2], где мы делали первый шаг к сотрудничеству: собрали под одной крышей работы групп Г.А. и моей. Следующей была книга [5], при издании которой нам пришла в голову счастливая мысль издать целую серию книг при поддержке популярной тогда и очень эффективной программы «Интеграция» Серия была названа «Анализ и синтез нелинейных систем» и издана в издательстве «Наука» (Санкт-Петербург). В этой серии в 1998-2003 гг. вышло 9 книг и сейчас до сих пор на них ссылаются. Всего под нашей редакцией вышло более десятка книг, в т.ч. [10-13]. Были еще совместные статьи [3, 4], но они опять состояли из двух отдельных частей по числу соавторов. В 1990-х годах я часто просматривал работы Г.А.. Понимая силу получаемых им и его учениками результатов, я мечтал решить на их основе какие-то новые и трудные задачи управления. Но увы, ничего не получалось.

Возможность предпринять очередную попытку предоставилась в 1998 году, когда я полгода провел в Голландии, проводя совместные исследования с проф. Хенком Наймайером. Он тоже интересовался управлением колебаниями, особенно задачами синхронизации, в том числе управляемой синхронизацией, тоже знал о замечательных результатах Г.А. и с энтузиазмом принял идею применить для управления синхронизацией метод, развитый в работе Г.А. 1986 г. [6]. Очень интересная работа [6] имеет сложную судьбу. Она была написана в формате краткой заметки, что вполне соответствует лаконичному стилю работ Г.А. и была опубликована в АиТ как заметка, в конце номера журнала. Но, к сожалению, в те годы краткие заметки в АиТ не переводились на английский. И, хотя в России работа вызвала интерес и у нее появились последователи (см. [7, 8]), за рубежом о ней никто не знал. А прием, использованный в ней Г.А., был весьма перспективен: для неустойчивой нелинейной системы, возбуждаемой гармоническим сигналом большой амплитуды, строилась функция Ляпунова V от ошибки между исходной системой и вспомогательной системой, для которой производная не была отрицательной всюду, но изменение V за время ее убывания превосходило по абсолютной величине ее изменение за время ее роста (когда производная положительна). Акку-

ратный подсчет положительных и отрицательных приростов давал условия сближения состояния неустойчивой нелинейной системы с квазистатическим решением вспомогательной системы. Эти условия состояли в достаточно большой амплитуде возбуждения и выглядели весьма эффектно. Поэтому мы с Х. Наймейером, консультируясь с Г.А., стали обобщать этот результат для публикации на английском. Идея была исследовать случай, когда возбуждающий сигнал является не гармоническим, а более общим, нерегулярным, например, хаотическим сигналом. Первый шаг был сделан удачно: удалось обобщить метод на случай полигармонических возбуждающих сигналов. Полученный результат опубликован на Европейской конференции по управлению в 1999 г. [9]. Далее, однако, дело затормозилось и очередной результат, который мы хотели довести до журнальной публикации, так и остался в черновиках. Интересно, что сходный метод был через несколько лет применен Г.А. для решения так называемой задачи Брокетта о стабилизации нестационарной линейной системы внешним периодическим воздействием [10].

Последняя наша совместная публикация была вызвана печальным поводом: кончиной нашего Учителя Владимира Андреевича Якубовича [14].

Список литературы

1. Леонов Г.А., Фрадков А.Л. Об условиях, необходимых для абсолютной устойчивости и об условиях, необходимых для существования функции Ляпунова-Лурье // Труды V Всесоюзного совещания по проблемам управления. 1971. (тезисы)
2. Design of nonlinear oscillating systems / Ed. by G.A. Leonov and A.L. Fradkov. Preprint No 107. St. Petersburg: IPME, 1994. 63 p.
3. Барабанов Н.Е., Гелиг А.Х., Леонов Г.А., Лихтарников А.Л., Матвеев А.С., Смирнова В.Б., Фрадков А.Л. Частотная теорема (Лемма Якубовича-Калмана) в теории управления. Обзор // Автоматика и телемеханика. 1996. № 10. С. 3-40. (Transl. Barabanov N.E., Gelig A.K., Leonov G.A, et al. The frequency theorem (Kalman-Yakubovich lemma) in control theory // Automation and Remote Control. 1996. Vol. 57. P. 1377-1407.)
4. Leonov G.A., Fradkov A.L., Lyapunov Methods in Analysis and Control of Chaotic Systems // Proc. IEEE Intern. Conf. "Control of Oscillations and Chaos". St. Petersburg, August 27-29, 1997. P. 187-194.
5. Анализ и управление нелинейными колебательными системами / Под ред. Г.А. Леонова, А.Л. Фрадкова. Санкт Петербург: Наука, 1998. (Серия «Анализ и синтез нелинейных систем» / Под ред. Г.А. Леонова, А.Л. Фрадкова)
6. Леонов Г.А. Частотный критерий стабилизации нелинейных систем гармоническим внешним воздействием // Автоматика и телемеханика. 1986. № 1. С. 169-174.
7. Гелиг А.Х. Стабилизация импульсных систем периодическим внешним воздействием // Автоматика и телемеханика. 1990. № 4. С. 76-85.
8. Чурилова М.Ю. Условия стабилизации нелинейных систем гармоническим внешним воздействием // Автоматика и телемеханика. 1994. № 3. С. 64-69 (Automation and Remote Control. 1994. Vol. 55, No. 3.P. 356-360).
9. Fradkov A.L., Leonov G.A., Nijmeier H. Frequency-domain conditions for global synchronization of nonlinear systems driven by a multiharmonic external signal // Proc. 5th European Contr. Conf. Karlsruhe, August 31 - September 3, 1999.
10. Леонов Г.А. Стабилизационная проблема Брокетта // Автоматика и телемеханика. 2001. № 5. С. 190-193.
11. Гелиг А.Х., Леонов Г.А., Фрадков А.Л. Владимир Андреевич Якубович (к 80-летию со дня рождения) // Автоматика и телемеханика. 2006. № 10. С. 4-19. (Gelig A.Kh., Leonov G.A., Fradkov A.L. Vladimir Andreevich Yakubovich // Automation and Remote Control. 2006. Vol. 67, No. 10. P. 1530-1546).
12. Нелинейные системы. Частотные и матричные неравенства / Под ред. А.Х. Гелига, Г.А. Леонова, А.Л. Фрадкова. М.: Физматлит, 2008.
13. Dynamics and Control of Hybrid Mechanical Systems / Edited by Gennady Leonov (St Petersburg State University, Russia), Henk Nijmeijer (Eindhoven University of Technology, The Netherlands), Alexander Pogromsky (Eindhoven University of Technology, The Netherlands), and Alexander Fradkov (Institute for

Problems of Mechanical Engineering, St. Petersburg, Russia. World Scientific Series on Nonlinear Science Series B. Vol. 14. Singapore: World Scientific, 2010.

14. Vladimir Andreevich Yakubovich. Obituary / Fradkov, Alexander; Gelig, Arkady; Leonov, Gennady. IEEE Control Systems Magazine. 2013, Vol. 33, No. 2. P. 89-91.