

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.