

ОТЗЫВ
научного консультанта
о диссертации на соискание учёной степени доктора физико-математических наук
Быкова Владимира Владиславовича на тему «Верхнепределные ляпуновские
характеристики линейных дифференциальных систем»
по специальности 01.01.02 — Дифференциальные уравнения, динамические
системы и оптимальное управление

В диссертации В.В. Быкова изучаются различные характеристики асимптотического поведения решений линейных однородных систем дифференциальных уравнений с непрерывными (не обязательно ограниченными на временной полуоси) коэффициентами, непрерывно зависящими от параметра из некоторого метрического пространства.

История решаемых в диссертации проблем восходит к О. Перрону, впервые построившему семейство линейных систем, у которых коэффициенты ограничены и непрерывно (даже аффинно) зависят от действительного параметра, а показатели Ляпунова являются ступенчатыми функциями этого параметра.

В связи с результатом О. Перрона возник естественный вопрос о возможном характере зависимости ляпуновских показателей от параметра. Работы В.М. Миллионщикова, посвящённые решению этого вопроса, открыли новое направление в качественной теории дифференциальных уравнений, состоящее в применении к различным ляпуновским характеристикам бэровской классификации разрывных функций. В частности, им было доказано, что показатели Ляпунова, как функции от параметра, задающего семейство систем, заведомо принадлежат второму классу Бэра.

Далее, М.И. Рахимбердиев впервые построил пример такого семейства линейных систем, что его коэффициенты непрерывно (равномерно на временной полуоси) зависят от вещественного параметра, а показатели Ляпунова всюду разрывны и, таким образом, не являются функциями первого класса Бэра. Затем А.Н. Ветохин ещё усилил этот результат, указав пример семейства, для которого множество точек полунепрерывности снизу заданного показателя Ляпунова пусто. Он установил также и точный борелевский тип лебеговских множеств показателей Ляпунова.

Несмотря на большое количество разнообразных примеров параметрических семейств линейных систем, построенных разными авторами, общая задача В.М. Миллионщикова об описании показателей Ляпунова семейств линейных систем с коэффициентами, непрерывно зависящими от параметра равномерно на временной полуоси, до работ В.В. Быкова так и оставалась нерешённой. В.В. Быковым получено полное решение этой задачи, причём как в случае ограниченных, так и в случае неограниченных систем. Последнее позволило ему указать строение множеств точек полунепрерывности, множеств значений и лебеговских множеств показателей Ляпунова как функций параметра.

В теории показателей Ляпунова важное значение имеет изучение границ подвижности показателей Ляпунова (и других ляпуновских характеристик) под действием того или иного класса возмущений. В частности, представляет интерес вопрос о наименьшем классе Бэра, которому принадлежат указанные границы подвижности как функции параметра. К настоящему времени в этом направлении получено большое число результатов, но все они относятся к случаю, когда коэффициенты рассматриваемых систем ограничены на временной полуоси. В.В. Быков предложил новый подход к решению указанных задач, позволивший перенести известные результаты о бэровской классификации границ подвижности ляпуновских характеристик на случай неограниченных коэффициентов, а также получить ряд совершенно новых результатов о промежуточных показателях.

В частности, В.В. Быковым установлено, что:

- 1) минимальная полунепрерывная сверху мажоранта произвольного показателя Ляпунова является функцией второго класса Бэра;
- 2) максимальная полунепрерывная снизу миноранта произвольного показателя Ляпунова является функцией третьего класса Бэра в случае, когда параметр пробегает локально компактное метрическое пространство;
- 3) верхние сигма-показатели Изобова и экспоненциальные показатели Изобова являются функциями второго класса Бэра;
- 4) минимальная полунепрерывная сверху мажоранта произвольного условного показателя Боля является функцией второго класса Бэра.

Кроме того, В.В. Быковым предложен метод построения ляпуновских характеристик с заданными классами Бэра в компактно-открытой и равномерной топологиях на пространстве линейных систем, а также установлена представимость всякого функционала m -го класса Бэра на пространстве линейных систем с компактно-открытой топологией в виде m -кратного повторного предела от m -индексной последовательности непрерывных функционалов с компактным носителем.

В целом диссертация В.В. Быкова представляет собой крупное научное достижение в области дифференциальных уравнений. В ней разработаны новые методы решения сложных и актуальных задач теории бэровских классов ляпуновских характеристик.

Все результаты диссертации получены В.В. Быковым самостоятельно, а их глубина ярко демонстрирует его высочайшую квалификацию в выбранной им области исследований.

Считаю, что диссертация Быкова Владимира Владиславовича «Верхнепредельные ляпуновские характеристики линейных дифференциальных систем» отвечает всем требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Рекомендую присудить её автору — Быкову Владимиру Владиславовичу — ученую степень доктора физико-математических наук по специальности 01.01.02 — Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

Научный консультант:

доктор физико-математических наук
(специальность 01.01.02 — Дифференциальные уравнения,
динамические системы и оптимальное управление),
профессор, профессор кафедры дифференциальных уравнений
механико-математического факультета ФГБОУ ВО
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
119991, Москва, Ленинские горы, МГУ, Главное здание,
механико-математический факультет,
кафедра дифференциальных уравнений;
igniserg@gmail.com, +7 (495) 939-16-31

Сергеев Игорь Николаевич

16.09.2024

*Подпись И.Н. Сергеева
Вер. спец. 5 от МГУ / с*