

ОТЗЫВ

официального оппонента

о диссертации Бурлакова Даниила Сергеевича

«Оценки колеблемости и блуждаемости решений линейных систем»

на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук

по специальности 01.01.02 — дифференциальные уравнения,

динамические системы и оптимальное управление

Диссертационная работа Д.С. Бурлакова представляет собой исследование в области качественной теории дифференциальных уравнений. Автором изучаются показатели колеблемости, блуждаемости и вращаемости решений линейных однородных дифференциальных уравнений.

Идея качественного описания устойчивости решений дифференциальных уравнений и систем путем введения на множестве всех предполагаемых решений специальных функционалов восходит к работам А.М. Ляпунова. Предложенные им показатели, впоследствии названные его именем, открыли целое направление в качественной теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

Последнее время в результате бурного развития теории колебаний возник вопрос об определении аналогов показателей Ляпунова для описания колебательных свойств решений дифференциальных уравнений и систем. Оказалось, что колеблемость решений дифференциальных уравнений также поддаётся описанию с помощью специальных ляпуновских функционалов. Благодаря работам И.Н. Сергеева, в качественной теории обыкновенных дифференциальных уравнений была намечена новая область, в которой методы теории показателей Ляпунова были приложены к теории колебаний. Представленная диссертация продолжает исследования в теоретически важных и практически актуальных задачах об описании различных свойств показателей колеблемости, блуждаемости и вращаемости.

Структурно диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы. Во введении даются основные определения и постановки задач, описывается история вопроса и актуальность темы работы.

Первая глава посвящена изучению связи показателей блуждаемости и колеблемости, в ней доказаны утверждения, демонстрирующие эту связь. Развитие техники первой главы позволяет установить, что для широкого класса систем верхний слабый показатель блуждаемости меньше, чем обсуждаемый в главе верхний сильный показатель колеблемости.

Во второй главе для линейных однородных уравнений произвольного порядка, получена верхняя оценка скорости блуждания, стремящаяся к нулю

при стремлении к нулю коэффициентов этих уравнений. Отметим, что в завершении главы доказано утверждение, из которого вытекает, что полученная автором оценка не может быть кардинально улучшена.

В **третьей главе** доказывается совпадение всех показателей колеблемости между собой на любом ненулевом решении любой линейной системы с постоянными коэффициентами. Обоснование этого результата, при кажущейся очевидности формулировки, оказывается для некоторых из показателей технически довольно трудным.

Основные результаты **четвертой главы** касаются спектра ориентированной вращаемости. Автором показано, что на типичном решении типичной двумерной автономной линейной системы (у которой имеются действительные собственные числа, либо комплексные с несоизмеримыми мнимыми частями) показатель ориентированной вращаемости равен нулю. Кроме того, найден спектр показателя ориентированной вращаемости любой автономной линейной системы с простыми мнимыми собственными числами.

Наконец, в **пятой главе** определяется спектр скорости блуждания линейных систем с постоянными коэффициентами, для которого получено аналитическое выражение в терминах собственных чисел оператора, задающего систему.

Научные результаты диссертации новы и интересны, получены её автором самостоятельно и подтверждены строгими математическими доказательствами. Они потребовали от автора не только высокой квалификации в исследуемой области, но и немалой изобретательности.

В работе применяются аналитические методы качественной теории дифференциальных уравнений, теории динамических систем и математического анализа.

Текст работы написан ясным математическим языком. Она является самостоятельным, законченным и актуальным исследованием, вносящим значительный вклад в качественную теорию дифференциальных уравнений, а именно, в теорию ляпуновских характеристик колеблемости, блуждаемости и вращаемости.

Основные положения исследования были представлены на всероссийской конференции с международным участием, а также на научных семинарах, где автор выступал с докладами. Основное содержание диссертации опубликовано в 8 печатных работах автора, 3 из которых — в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Автореферат правильно и полно отражает структуру, содержание и основные положения диссертации, даёт представление о рассматриваемых задачах, используемых методах исследования и полученных результатах.

В качестве замечания по диссертации следует отметить недостаточное, на мой взгляд, количество примеров, иллюстрирующих ключевые результаты работы. Второе замечание является в большей степени пожеланием и состоит в необходимости разработки методов численной оценки, хотя бы некоторых из введенных показателей, что позволило бы использовать их более активно. Наконец, отмечу наличие некоторого (некритического) количества опечаток и технических погрешностей.

Перечисленные замечания никоим образом не сказываются на научной ценности полученных диссертантом результатов и общей положительной оценке самой диссертации.

Считаю, что диссертация «Оценки колеблемости и блуждаемости решений линейных систем» соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации, а её автор Бурлаков Даниил Сергеевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 — дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

Доктор физико-математических наук по специальности 01.01.02,
профессор, заведующий кафедрой компьютерных сетей
факультета информатики и вычислительной техники
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет
им. П.Г. Демидова»

Глызин Сергей Дмитриевич

14 ноября 2016 г.

150003, г. Ярославль, ул. Советская, д. 14. ЯрГУ,
кафедра компьютерных сетей факультета информатики и вычислительной техники;
e-mail: glyzin@uniyar.ac.ru тел. +7 (4852) 79-77-02



заверяю:
директор
кабинета управления по работе
с диссертантами

Р.И. Волкова