

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.025.08 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
АЛЕКСАНДРА ГРИГОРЬЕВИЧА И НИКОЛАЯ ГРИГОРЬЕВИЧА  
СТОЛЕТОВЫХ» ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК.

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 23 марта 2018 № 4

О присуждении Лариной Яне Юрьевне, гражданство российское, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Устойчивость по Ляпунову и статистические характеристики управляемых систем с импульсным воздействием»** по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление принята к защите 20 декабря 2017 года, протокол №21, диссертационным советом Д 212.025.08 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», 600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87, создан 02.11.2012, приказ 714/нк.

**Соискатель** Ларина Яна Юрьевна, 1989 года рождения, в 2012 году соискатель окончила ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» по направлению «Математика. Компьютерные науки», получила степень магистра математики. В 2015 году окончила очную аспирантуру Удмуртского государственного университета.

За время подготовки диссертации соискатель работала в должности ассистента кафедры математического анализа ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет». В настоящее время соискатель работает в

должности ведущего разработчика учебных материалов в ООО «К-Диджитал Лаб» (г. Ижевск).

Диссертация выполнена на кафедре математического анализа ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет».

**Научный руководитель** – Родина Людмила Ивановна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры функционального анализа и его приложений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Официальные оппоненты:

1. Бортаковский Александр Сергеевич, гражданин России, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры «Математическая кибернетика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»;
2. Глызин Сергей Дмитриевич, гражданин России, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой компьютерных сетей Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный университет имени П.Г. Демидова»

дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Воронежский государственный педагогический университет», г. Воронеж, в своём положительном заключении, составленном и подписанном доктором физико-математических наук, профессором Корневым Сергеем Викторовичем, и утвержденном доктором физико-математических наук, профессором Хоником Виталием Александровичем, проректором ФГБОУ ВО «ВГПУ», указала, что по результатам анализа работы можно сделать вывод о том, диссертация

Я.Ю.Лариной посвящена актуальным в приложениях задачам исследования устойчивости по Ляпунову и статистическим характеристикам управляемых систем с импульсным воздействием. Основные результаты диссертации оформлены в виде теорем, доказательства которых отвечают современным требованиям математической строгости. Теоретические результаты иллюстрируются многочисленными примерами. Работа обладает внутренним единством и завершенностью. Оформление диссертации отвечает современным типографским требованиям. Результаты диссертации опубликованы в полном объеме в статьях в ведущих научных изданиях. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание. Диссертация Я.Ю. Лариной «Устойчивость по Ляпунову и статистические характеристики управляемых систем с импульсным воздействием» является законченным исследованием, содержащим ряд результатов по математической теории и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.01.02 (дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление), а Я.Ю. Ларина вполне заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ. Общий объём 10,97 печатного листа, в том числе 5 статей в научных журналах и изданиях из списка ВАК.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Ларина Я.Ю., Родина Л.И. Статистические характеристики управляемых систем, возникающие в различных моделях естествознания // Моделирование и анализ информационных систем, 2013. Т. 20, № 5. С. 62–77.

2. Ларина Я.Ю. Функции Ляпунова и теоремы сравнения для управляемых систем с импульсным воздействием // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки, 2015. Т.25. Вып. 1. С. 51–59.

3. Ларина Я.Ю. О слабой асимптотической устойчивости управляемых систем с импульсным воздействием // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки, 2016. Т.26. Вып. 1. С. 68–78.

4. Ларина Я.Ю., Родина Л.И. Асимптотически устойчивые множества управляемых систем с импульсным воздействием // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки, 2016. Т. 26. Вып. 4. С. 490–502.

5. Ларина Я.Ю., Родина Л.И. Статистические характеристики непрерывных функций и статистически слабо инвариантные множества управляемой системы // Известия вузов. Математика, 2017, № 2. С. 34–43.

На диссертацию и автореферат поступили **отзывы**:

1. Отзыв официального оппонента Бортакоского А.С. Отзыв положительный, содержит следующие замечания:
  - Критерием выполнения ограничений на заданном промежутке времени (конечном или бесконечном) считается равенство единице относительной частоты попадания в допустимую область. Это равенство нельзя использовать, если задача решается приближенно, так как оно не будет выполняться из-за вычислительных ошибок. Техника приближенного вычисления оценок в диссертации не рассматривается.
  - Теоремы об устойчивости не являются конструктивными, поскольку не дают метода построения функции Ляпунова относительно множества. Было бы полезно разработать такие методы для некоторых классов управляемых систем, например, линейных.
  - Не рассматривается связь исследуемой функции Ляпунова относительно множества с классической функцией Ляпунова для систем с импульсными воздействиями.
  - В задачах управления дискретно-непрерывными системами, как правило, ограничивается сумма модулей всех импульсных воздействий. В диссертации такие суммарные ограничения не рассматриваются хотя, на мой взгляд, они необходимы.

2. Отзыв официального оппонента Глызина С.Д. Отзыв положительный, содержит следующие замечания:

- Существенных замечаний по диссертации нет, при чтении работы замечены только следующие неточности: на с. 39 приведена не совсем верная формулировка леммы 3.1, которая не совпадает с формулировкой леммы из работы Л.И. Родиной, цитируемой автором диссертации; на с. 65 в первой строке вместо множества  $\mathfrak{M}^r$  должно быть множество  $\mathfrak{M}^r$ .
- Кроме того, есть, небольшое замечание к автореферату. Автор диссертации рассматривает много интересных прикладных задач, связанных с вычислением статистических характеристик и исследованием асимптотической устойчивости множеств относительно систем с импульсным воздействием. Мне кажется, что в автореферате нужно было бы более подробно описать результаты, полученные в этих задачах.

3. Отзыв ведущей организации, составленный и подписанный д.ф.-м.н., профессором Корневым С.В., и утвержденный д.ф.-м.н., профессором Хоником В. А., проректором по научной работе ФГБОУ ВО «ВГПУ». Отзыв положительный, содержит следующие замечания:

- В теореме 4.3 на с. 58 получены условия, при которых для каждого решения  $x(t, x_0)$  управляемой системы существует момент времени  $t^* > t_0$  такой, что точка  $(t, x(t, x_0))$  принадлежит множеству  $\mathfrak{M}$  при всех  $t \in [t^*, +\infty)$ . В дальнейшем представляет интерес найти оценку для момента  $t^*$ .
- В работе не рассмотрены примеры множеств, которые являются слабо асимптотически устойчивыми относительно управляемой системы, но не являются асимптотически устойчивыми.

4. На автореферат поступили четыре отзыва подписанные:

- 1) д.ф.-м.н., профессором, член-корреспондентом РАН Ушаковым В.Н., гл. н. с. ИММ им. Н.Н. Красовского УрО РАН и д.ф.-м.н. Успенским А.А., в. н. с., заведующим сектором ИММ им. Н.Н. Красовского УрО РАН;
- 2) д.ф.-м.н., доцентом Зайцевым В.А, начальником управления развитием научной и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»;
- 3) д.ф.-м.н., заведующей кафедрой фундаментальной математики национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» Починкой О.В.;
- 4) д.ф.-м.н., профессором ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» Максимовым В.П.. Все отзывы положительные, отзыв Максимова В.П. содержит следующие замечания:

- Точное определение множества  $\mathfrak{M}$  с описанием свойств порождающей функции  $M(t)$ , приведенное на стр. 8, следовало бы дать раньше – на стр. 3.
- В текст определения верхней относительной частоты на стр. 7 следовало включить упоминание функции  $\varphi$ , для которой дается это определение.

Остальные отзывы замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- **получено** решение научной задачи, а именно: исследованы устойчивость по Ляпунову и статистические характеристики управляемых систем с импульсным воздействием, имеющие значение

для развития дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления;

- **изучены** статистические характеристики функций, являющихся решениями управляемых систем;
- **получены** условия существования положительно инвариантного, устойчивого по Ляпунову, асимптотически устойчивого, слабо устойчивого по Ляпунову, слабо асимптотически устойчивого множеств относительно управляемых систем, в том числе управляемых систем с импульсным воздействием;
- **доказаны** теоремы сравнения для статистических характеристик решений систем и уравнений с импульсным воздействием;
- **построены** примеры вычисления изучаемых характеристик и проверены условия существования асимптотически устойчивых множеств для управляемых систем, возникающих в различных прикладных задачах.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что сформулированы и доказаны:**

- теоремы о свойствах статистических характеристик непрерывных функций;
- теоремы о существовании устойчивого по Ляпунову, асимптотически устойчивого, слабо устойчивого по Ляпунову, слабо асимптотически устойчивого множеств относительно управляемых систем с импульсным воздействием;
- теоремы сравнения для решений систем и уравнений с импульсным воздействием;
- теоремы об оценках статистических характеристик, которые являются решениями систем и уравнений с импульсным воздействием.

**Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы:**

- методы дифференциальных уравнений, теории динамических систем и эргодической теории;
- методы математической теории управления и негладкого анализа;

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

- результаты работы могут быть использованы при решении широкого круга задач, возникающих при моделировании биологических, химических, экологических процессов, механических и робототехнических систем.
- в диссертации изучаются свойства инвариантности и устойчивости множеств, непосредственно связанные с требованием безотказной работы реальных систем управления в течение всего периода эксплуатации.
- результаты работы будут полезны при чтении специальных курсов для студентов математических и естественнонаучных специальностей университетов.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

- **теория** построена с использованием известных результатов исследований в области математической теории управления, теории динамических систем и согласуется с ранее опубликованными результатами по математической теории управления;
- **идея базируется** на современных подходах к исследованию управляемых систем и дифференциальных включений.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

- в формулировках основных утверждений, их доказательствах и построении иллюстрирующих примеров;
- личном участии в подготовке основных публикаций по теме диссертации: автором опубликовано 17 работ, в том числе 5 работ в изданиях, рекомендованных ВАК, 8 работ без соавторов;



- личном участии в апробации результатов исследования: 6 докладов на международных конференциях и семинарах, 7 докладов на региональных конференциях и семинарах.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования и взаимосвязи выводов.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Лариной Яне Юрьевне ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 16 докторов наук по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 17, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета  
д.ф.-м.н., профессор



Данченко Данченко Владимир Ильич

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.ф.-м.н., доцент

Наумова Наумова Светлана Борисовна