

ОТЗЫВ

официального рецензента по диссертации Жаманшина Акылбека Ураловича на тему "Непредсказуемые колебания в дифференциальных уравнениях и нейронных сетях", представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности "6D060100 - Математика".

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами.

Хорошо известно, что при математическом моделировании различных явлений физики, химии, биологии и техники часто возникают линейные и квазилинейные системы дифференциальных уравнений с непредсказуемыми возмущениями, связанные с колебательными процессами дифференциальных уравнений. Кроме того, моделирование биофизических, психофизических и других процессов с возмущениями приводит к необходимости исследования дифференциальных уравнений с непредсказуемыми воздействиями. Как было отмечено, возмущения — это сильно непредсказуемые функции во времени. Исследование сильно непредсказуемых колебаний тесно связано с динамическими координатами нейронных сетей. Координаты или компоненты решения являются непредсказуемыми функциями и динамика каждой координаты или компоненты играет важную роль в теории колебаний нейронных сетей.

Таким образом, разработка новых подходов и методов для нахождения решений линейных и нелинейных дифференциальных уравнений с непредсказуемыми воздействиями, а также моделирование нейронных сетей становится важной проблемой теории колебаний.

В связи с этим, несколько лет назад профессор М. Ахмет и М.О. Фен предложили новую концепцию непредсказуемых моментов и непредсказуемые функции, которая расширяет границы классической теории динамических систем, основанной А. Пуанкаре и Г. Биркгофом. Непредсказуемый момент - это современное понимание пуассоновской устойчивой точки. Ими было доказано, что квазиминимальное множество является хаотическим, если пуассоновские устойчивые точки также обладают свойством непредсказуемости. Это привело к тому, что наличие хаоса в динамической системе определяется наличием только одной точки – непредсказуемой точки. Непредсказуемые функции были определены как непредсказуемые точки в динамических системах Бебутава с той лишь разницей, что топология сходимости на компактных множествах действительной оси используются вместо метрического пространства. Использование такой сходимости позволяет существенно упростить задачу доказательства существования непредсказуемых решений дифференциальных уравнений. И можно не выходить из границ теории дифференциальных уравнений, вместе с оригинальными или связанными результатами теории динамических систем или хаоса.

Диссертационная работа развивает эту концепцию на непредсказуемые решения линейных и квазилинейных обыкновенных дифференциальных уравнений. В качестве практического применения полученных теоретических результатов, исследуются вопросы существования, единственности и асимптотической устойчивости непредсказуемых и сильно непредсказуемых колебаний в нейронных сетях.

Актуальность темы обусловлена, с одной стороны, научной значимостью современной теории колебаний с непредсказуемыми возмущениями при решении различных проблем биофизики, психофизики, робототехники, распознавании образов и с другой стороны, необходимостью построения новых методов решения для широкого класса нелинейных дифференциальных уравнений с непредсказуемыми возмущениями и практического приложения при моделировании нейронных сетей, позволяющих расширить класс разрешимых задач.

Диссертационная работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования фундаментальных исследований в области естественных наук "Cellular neural networks with continuous/discrete time and singular perturbations" (№ АР 05132573, 2018-2020 гг.), что также подтверждает актуальность исследований.

2. Научные результаты в рамках требования к диссертации (пп.127, от 31.03.2011 г., Правила присуждения ученых степеней).

Диссертация состоит из введения, двух разделов и списка литературы.

Первый раздел включает результаты о существовании и единственности устойчивых непредсказуемых решений для линейных и квазилинейных обыкновенных дифференциальных уравнений. Введены основные понятия новых типов непредсказуемых колебаний, в том числе сильно непредсказуемых колебаний, доказаны теоремы существования и единственности равномерно асимптотически устойчивого непредсказуемого решения линейных и квазилинейных обыкновенных дифференциальных уравнений на всей оси.

Второй раздел демонстрирует применимость результатов первого раздела к исследованию вопросов существования и единственности асимптотически устойчивых непредсказуемых и сильно непредсказуемых решений в моделях нейронных сетей, а также построению примеров с численной реализацией, графическими иллюстрациями рассматриваемых задач.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации.

В диссертационной работе предлагается новый подход к исследованию и решению непредсказуемых колебаний обыкновенных дифференциальных уравнений и нейронных сетей, основанные на результатах научного консультанта профессора М. Ахмета. Также используются методы и результаты теории динамических систем или хаоса.

Результаты сформулированы в виде теорем и лемм и строго доказаны. Теоретические результаты сопровождаются рядом иллюстрирующих примеров. Достоверность выводов и утверждений не вызывает сомнений.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированных в диссертации.

Все результаты, приведенные в диссертации, являются новыми. А именно:

- Доказана теорема о существовании и единственности равномерно асимптотически устойчивых непредсказуемых решений линейных обыкновенных дифференциальных уравнений.
- Доказана теорема о существовании и единственности равномерно экспоненциально устойчивых непредсказуемых решений квазилинейных обыкновенных дифференциальных уравнений.
- Доказана теорема о существовании равномерно экспоненциально устойчивых непредсказуемых решений шунтирующих ингибирующих клеточных нейронных сетей.
- Доказана теорема о существовании и единственности асимптотически устойчивых сильно непредсказуемых решений шунтирующих ингибирующих клеточных нейронных сетей.
- Доказана теорема о существовании и единственности асимптотически устойчивых непредсказуемых решений инерциальных нейронных сетей.

5. Практическая и теоретическая значимость полученных результатов.

Результаты диссертационной работы имеют как теоретическое, так и практическое значение. Полученные результаты могут найти применение в качественной теории непредсказуемых колебаний дифференциальных уравнений, так и в теории устойчивости непредсказуемых решений квазилинейных обыкновенных дифференциальных уравнений и нейронных сетей.

Результаты диссертации могут быть использованы в учебном процессе при чтении элективных курсов для магистрантов и докторантов на математических факультетах университетов.

Диссертационная работа содержит новые научные результаты, которые в совокупности являются существенным вкладом в теорию устойчивости систем дифференциальных уравнений и могут служить теоретической основой при исследовании непредсказуемых решений неавтономных функциональных уравнений, дифференциальных уравнений с импульсным воздействием.

Научная значимость работы заключается в создании единого метода исследования и решения линейных и нелинейных дифференциальных уравнений с непредсказуемыми воздействиями.

6. Замечания, предложения по диссертации.

По диссертационной работе есть замечание и пожелание:

1. В подразделе 1.3 рассматривается система квазилинейных обыкновенных дифференциальных уравнений следующего вида:

$$x'(t) = Ax(t) + f(x(t)) + g(t). \quad (1.3.1)$$

Предполагается, что матрица $A \in \mathbb{R}^{p \times p}$ имеет ненулевые действительные части. Известно, что можно найти регулярную $p \times p$ матрицу B , такую, что преобразование $x = By$ сводит систему (1.3.1) к следующей системе:

$$y'(t) = Cy(t) + F(y) + G(t), \quad (1.3.2)$$

где $C = B^{-1}AB$, $F(y) = B^{-1}f(By)$, и $G(t) = B^{-1}g(t)$.

Но в диссертации не обсуждается вопрос, как найти такую матрицу B .
На наш взгляд, это было бы интересно при исследовании непредсказуемых решений нейронных сетей.
Однако, это замечание носит рекомендательный характер в виде пожелания для дальнейших исследований и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

7. Соответствие содержания диссертации в рамках требования правил присуждения ученых степеней.

В диссертации рассматривается единый объект – линейные и квазилинейные обыкновенные дифференциальные уравнения. Исследуются вопросы существования непредсказуемых и сильно непредсказуемых решений обыкновенных дифференциальных уравнений и их свойства, а также методы их численного решения. Полученные результаты характеризуются внутренним единством из-за постановки задачи, содержания и метода исследования. Результаты диссертации опубликованы в рейтинговых периодических изданиях, входящих в базы Web of Science, Scopus и перечень рекомендуемых изданий КОКСОН, прошли апробацию в ряде международных конференций.

Диссертационная работа Жаманчина А.У. на тему "Непредсказуемые колебания в дифференциальных уравнениях и нейронных сетях", является научным трудом, имеющим теоретическое и прикладное значение, отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание степени доктора философии (PhD) по направлению подготовки кадров специальности 6D060100 – Математика.

Рецензент:
доктор физико-математических наук,
профессор, главный научный сотрудник
Института математики и математического
моделирования КН МОН РК



Асанова А.Т.

Подпись
ГНС ИМММ КН МОН РК
профессора Асановой А.Т.
Заверяю
Ученый секретарь ИМММ,
к.ф.-м.н.



М.А.Сахауева