

## ОТЗЫВ

официального оппонента Отелбаева М.О. – д.ф.-м.н., профессора, академика НАН РК на диссертационную работу Тампагарова К.Б на тему «Погранслоиные линии в теории сингулярно возмущенных обыкновенных дифференциальных уравнений с аналитическими функциями», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.02 –«Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».

**Актуальность темы:** Систематическое исследование сингулярно возмущенных уравнений началось с 50-х годов прошлого столетия. Исследованием занимались многие ученые. К ним можно отнести работы А.Н.Тихонова, Е.Ф.Мищенко, М.Н.Вишика, Л.А.Люстерника, С.А.Ломова, Н.Х.Розова, А.Б.Васильевой, В.Ф.Бутузова, М.И.Иманалиева, К.А.Касымова, П.С.Панкова, Г.М.Кененбаевой. Исследователи рассматривали различные задачи для сингулярно возмущенных уравнений.

Наиболее близким, по тематике, к данной работе являются работы М.А.Шишковой, С.Каримова, А.И.Нейштадта, К.С.Алыбаева, Д.А.Турсунова.

Впервые под руководством Л.С.Понтрягина, М.А.Шишковой для одного класса систем из двух нелинейных уравнений обнаружено явление задержки решения около неустойчивого положения равновесия. Это явление получило название затягивание потери устойчивости.

С.Каримов обобщил эти результаты на более широкий класс систем уравнений, а А.И.Нейштадт на более широкие предположения для собственных значений.

К.С.Алыбаев разработал общий метод исследования таких систем в комплексных областях. Он с М.Р.Нарбаевым обнаружил, для ранее рассмотренных классов систем уравнений, в комплексной области изменения аргумента кривую в форме петли. Кривая определяет промежуток затягивания потери устойчивости.

Существования таких кривых для общего случая не рассматривались. Следовательно решение этой задачи и связанных с ним других задач является актуальной.

В диссертационной работе К.Б.Тампагарова проведены исследования в этом направлении.

**Для решения проблемы определены следующие цели:**

Ввести соответствующие определения погранслоиных линий и других понятий, связанных с ними. На основе принятых определений, доказать

существования погранслоевых линий для общего случая. Установить взаимосвязь ранее полученных явлений с погранслоевыми линиями и другими понятиями для сингулярно возмущенных обыкновенных дифференциальных уравнений в комплексной плоскости.

**Для достижения цели автором применены методы:**

Равномерного спуска (подъема) специально разработанный для доказательства существования погранслоевых линий решений сингулярно возмущенных обыкновенных дифференциальных уравнений в комплексной плоскости; топологические методы определения областей основанные на свойствах линии уровней гармонических функций; характеризующих функций и функций амплитудных скоростей для вычисления погранслоевых линий и построения сингулярных, регулярных областей; последовательных приближений; конформного отображения; интегральных уравнений с выбором путей интегрирования, интегрирование по частям.

**В данной работе впервые получены следующие результаты:**

- Доказано, что существования погранслоевых линий и областей являются специфическими свойствами таких уравнений, в том числе на римановых поверхностях.
- Применяя характеризующие функции, функции амплитудной скорости и топологические методы, выведено уравнение и разработан метод вычисления погранслоевых линий и построения регулярных, сингулярных областей для сингулярно возмущенных уравнений в комплексной плоскости.
- Введены понятия: простирающиеся пограничные слои, переходные слои пограничной области.
- Разработан метод равномерного спуска (подъема) для доказательства существования погранслоевых линий и областей в общем случае. Обобщены ранее полученные результаты исследований по затягиванию потери устойчивости.
- С помощью многочлена Лагранжа и обобщенного многочлена Лагранжа доказано существования погранслоевых линий, проходящих через заданные точки и имеющих в них ветвления.
- Найдены различные формы погранслоевых линий и установлена зависимость погранслоевых линий от начальных значений аргумента.
- Обнаружено новое явление – простирающиеся до бесконечности пограничные области.
- Найдены достаточные условия существования промежуточных пограничных областей и погранслоевых линий для решения систем уравнений второго порядка с аналитическими функциям.

**Теоретическая значимость** диссертационной работы определяется возможностью ее применения в теории сингулярно возмущенных обыкновенных дифференциальных уравнений с аналитическими функциями. Разработанные в диссертации общую схему применения методов равномерного спуска (подъема), характеризующие функции и функции амплитудной скорости и компьютерную программу можно использовать при решении уравнений других классов.

**Практическая ценность** диссертационного исследования состоит в том, что полученные результаты могут быть применены в ВУЗах с повышенной подготовкой, специализирующихся по теории и приложениям сингулярно возмущенных обыкновенных дифференциальных уравнений в комплексной плоскости.

**Диссертация состоит** из списка условных обозначений, определений и понятий, введения, пяти глав, которые разбиты на параграфы, выводов, списка использованных источников, приложения-текста программы и результатов расчетов. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ВАК Кыргызской Республики.

#### **Публикации и апробации.**

По результатам исследований соискателем опубликовано: 25 статей и 8 тезисов докладов (в том числе 8 статей в России). Результаты апробированы на ряде международных и научно – практических конференциях и семинарах. Автореферат вполне соответствует содержанию диссертации, отражает поставленные в ней цели, задачи исследования и полученные результаты.

**Как недостатки, отмечу** грамматические несогласования и неточности в русском языке, например на стр. 11 не согласованы слова «проходящих» и «имеющие». Автор везде называет линейные векторно-матричные уравнения первого порядка главы 5 «уравнениями второго порядка», что не является ошибкой, но неточно. Есть опечатки в формулах - в некоторых местах два знака «минус» или два знака «плюс» рядом. Есть повторения формул, вместо соответствующих ссылок. На стр. 65 нелогичные выражения «Область ... назовем регулярной областью. ... Область ... назовем сингулярной областью» - определения регулярных и сингулярных областей были даны выше.

Некоторые рисунки сделаны непрофессионально. Нарушена симметрия, цифры надписаны и расставлены неточно. Данные замечания не затрагивают сущность работы.

## **Вывод**

На основании вышеизложенного считаю, что представленная диссертация Тампагарова К.Б. является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое научное достижение, что соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК КР, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико–математических наук по специальности 01.01.02. – «Дифференциальные уравнения, динамические системы, и оптимальное управление».

Официальный оппонент, доктор  
физико– математических наук, профессор,  
академик НАН РК:



Отелбаев М.О.