

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Язовцевой Ольги Сергеевны  
«Исследование устойчивости решений математических моделей по части  
компонент на основе локальной покомпонентной асимптотической  
эквивалентности», представленную на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое  
моделирование, численные методы и комплексы программ.

**Актуальность темы исследований.** Одним из актуальных направлений в математическом моделировании является развитие качественных методов анализа математических моделей, описываемых нелинейными системами обыкновенных дифференциальных уравнений. Для подобных моделей важной характеристикой являются покомпонентные асимптотические свойства решений. К ним можно отнести устойчивость, асимптотическую устойчивость, неустойчивость и асимптотическое равновесие по части переменных.

При моделировании химических процессов различным фазовым переменным чаще всего соответствуют концентрации различных веществ. В ходе сложных реакций нередко возникает ситуация, при которой необходимо контролировать выделение или поглощение определенного реагента.

При моделировании экологических процессов, связанных с динамикой биоценоза, различные фазовые переменные могут отвечать численностям различных популяций. При этом некоторые виды живых организмов могут не оказывать значительного воздействия на окружающую среду. В этом случае достаточно будет исследования модели динамики биоценоза только по части компонент, а именно по отношению к тем популяциям, рост которых имеет первоочередное значение для окружающей среды.

В качестве фазовых переменных в математических моделях небесной механики зачастую используются обобщенные координаты и обобщенные скорости. При исследовании подобных задач достаточно лишь исследовать асимптотические свойства модели по отношению к обобщенным координатам.

Настоящее диссертационное исследование посвящено разработке методов исследования покомпонентных асимптотических свойств нелинейных моделей.

Таким образом, тема диссертации Язовцевой Ольги Сергеевны является актуальной, а разработанные в ней методы могут быть использованы в прикладных областях: химии, биологии, небесной механике и т. д.

**Оценка содержания работы.** Диссертационная работа Язовцевой О.С. включает в себя автореферат и рукопись, объемом 110 страниц. Она включает в себя введение, 4 главы и заключение.

Во введении обосновывается актуальность проведенного исследования, приведен исторический обзор по тематике работы, разъяснены цель и задачи исследования, описаны научная новизна, практическая, теоретическая ценность результатов.

В первой главе приведены основные понятия, применяемые в работе; вводятся определения локальной и равномерной локальной покомпонентной асимптотической эквивалентности, локального асимптотического равновесия; указана важная роль асимптотической эквивалентности в исследовании асимптотических свойств нелинейных моделей. На основании перечисленных результатов исследована кинетическая модель брутто-реакции пиролиза этана.

Вторая глава является описанием новых методов покомпонентного исследования нелинейных моделей, основанных на локальной покомпонентной асимптотической эквивалентности. Приведены примеры применения разработанной методики к нелинейным системам.

В третьей главе с использованием разработанной методики исследования частичной устойчивости исследованы кинетические модели пиролиза этана, части компактной схемы пиролиза пропана, математическая модель динамики численности популяций взаимодействующих видов. Проведено параметрическое исследование математической модели движения космического аппарата, получена область параметров для обеспечения частичной устойчивости и асимптотической устойчивости семейства положений равновесия модели, включающего в себя точку либрации. Все результаты проиллюстрированы численно.

В четвертой главе предложен и реализован численный метод пересчета начальных данных для локально покомпонентно асимптотически эквивалентных систем. Проведен численный эксперимент по расчету начальных точек линейного приближения кинетической модели брутто-схемы пиролиза этана через начальные точки нелинейной модели. Комплекс

программ, реализующий представленный численный метод, включает в себя программные модули для построения фундаментальной матрицы линейной системы и расчета начальных точек линейного приближения нелинейной модели для локально покомпонентно асимптотически эквивалентных систем.

Результаты диссертационного исследования изложены в 19 работах, включая четыре статьи в изданиях из перечня ВАК, одно из которых индексируется в базе данных Web of Science, а три – в международной базе zbMath; получено одно свидетельство о регистрации программы на ЭВМ.

Диссертация написана квалифицированным научным языком, соблюдена целостность и последовательность изложения материала. Аналитические результаты исследования математических моделей проиллюстрированы численно, построены графики решений моделей, приведен сравнительный анализ результатов качественного исследования и вычислительных экспериментов. Также дана интерпретация всех полученных результатов на языке предметной области, указано их возможное практическое применение.

Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертации, в нем приведен иллюстрационный материал, позволяющий наглядно оценить полученные результаты.

**Степень достоверности результатов.** Достоверность результатов обоснована строгими теоретическими выкладками. Сравнительный анализ полученных теоретических выводов и проведенных вычислительных экспериментов выявил высокую степень согласованности результатов.

#### **Общие замечания по диссертационной работе.**

1. Во втором параграфе третьей главы  $\alpha_2$  и  $\beta_2$  определялись при условии, что  $-b_1 k_1 < -k_2$ , но само это условие указано не было. Оно приведено ниже при проверке условий теоремы. Следовало вначале записать это соотношение и на основании его определять  $\alpha_2$  и  $\beta_2$ .

2. В первом параграфе четвертой главы описан численный метод расчета начальных данных для локально покомпонентно асимптотически эквивалентных систем. При его разработке использован  $(m,k)$ -метод численного решения задачи Коши. Однако обоснование выбора этого метода не приведено.

3. В диссертации отсутствует список используемых обозначений, что затрудняет чтение диссертационной работы.

