

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Любимцевой Ольги Львовны  
«Численно-аналитическое исследование виброударных систем с одной степенью  
свободы»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и  
комплексы программ

Диссертационная работа О.А. Любимцевой посвящена исследованию трех математических моделей виброударных систем с одной степенью свободы. При их исследовании применялся классический метод точечных отображений в сочетании с компьютерным моделированием. Уместно отметить, что компьютерный анализ позволяет содержательно дополнить применение классических методов качественной теории динамических систем. В работе рассмотрены примеры конкретных динамических систем, которые аналогичны системе «ползун на движущейся ленте». Последний пример стал уже классическим и разобран в широко известной монографии: Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. «Теория колебаний» (М.: Физматлит, 1959, см. § 6 из гл.1). Начиная с этого примера, данная тематика получила дальнейшее развитие и популярность. Интерес к этим задачам базируется на удачном совмещении относительной простоты исследования таких систем и наличием сложной динамики. В работе О.А. Любимцевой рассмотрены вопросы существования и устойчивости периодических движений. В рамках диссертационной работы был создан пакет компьютерных программ, позволяющих строить фазовые траектории и анализировать устойчивость неподвижных точек для соответствующих отображений Пуанкаре.

Диссертационная работа О.А. Любимцевой состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы.

Первая глава посвящена исследованию периодических движений в зависимости от параметров задачи. В качестве основного бифуркационного параметра выбран коэффициент восстановления. В данной главе рассмотрена механическая система, которая описывается дифференциальным уравнением

$$m\ddot{x} = F(\dot{x}, V_0), \quad (1)$$

если  $x = x(t) < 0$  и  $\dot{x}(t) < V_0$ . Кроме того,

$$\dot{x} = 0, \text{ если } x < 0, \dot{x} = V_0, \quad \dot{x}^+ = -R\dot{x}^- \text{ при } x = 0. \quad (2)$$

Функция в правой части уравнения (1) выбиралась двумя способами. Последний коэффициент  $R$  и называется коэффициентом восстановления. Для задачи (1), (2)

рассмотрен вопрос о существовании периодических движений, а также изучена устойчивость этих движений при обоих вариантах выбора правой части уравнения (1). В основу теоретической части исследования положен метод точечных отображений А. Пуанкаре, развитый в работах А.А. Андронова, Ю.И. Неймарка. Указанный метод в дальнейшем широко применялся при исследовании виброударных систем. В частности, научным руководителем диссертанта профессором Д.В. Баландиным.

Во второй главе анализу подвергнута математическая модель для виброударной системы, в которой рассмотрен уже усложненный вариант задачи (1), (2). В приведенном варианте она имеет следующий вид

$$\ddot{y} = 1 + \eta \dot{y} + \varepsilon \sin t, y < 0, y < \mu / \eta, \quad (3)$$

$$\ddot{y} = 0, y < 0, \dot{y} = \mu / \eta, \quad (4)$$

$$\dot{y}^+ = -R\dot{y}^-, y = 0. \quad (5)$$

Для краевой задачи (3),(4), (5) рассматривается в целом тот же круг вопросов, что в предыдущей главе для задачи (1),(2). Некоторое разнообразие вносит §5 этой главы, где поставлена, но не решена в завершеном виде задача о бифуркациях периодических решений. Вопрос о таких бифуркациях сведен к исследованию уравнения разветвления. К сожалению, следует отметить, что вопрос об исследовании уравнения разветвления остался открытым.

Третья глава посвящена разработке программного комплекса, позволяющего численно изучить динамику рассмотренных виброударных систем. Автором приведены примеры использования комплекса. Программа проверяет наличие нетривиальных предельных циклов, а также информирует об их отсутствии. Приведены примеры фазового портрета соответствующих динамических систем.

В диссертации имеется ряд недостатков:

1. В работе (и в автореферате) содержатся формулировки не соответствующие содержанию работы, а также полученным результатам. Например, «...описана структура фазового пространства системы, совершающего одномерные вынужденные колебания с ударами о неподвижный ограничитель». Данная фраза в целом непонятна. В работе не изучалась задача о структуре фазового пространства в полном объеме. Рассмотрен круг вопросов, связанный с изучением периодических движений. В частности, не изучен вопрос о существовании или отсутствии иных аттракторов, отличных от периодических точек одномерного отображения. Напомним, что основным моментом аналитического исследования следует считать сведение изучения динамики краевых задач к соответствующим одномерным отображениям.

2. Второе замечание отчасти связано с первым. Кроме неточностей в формулировках, автор не совсем внимательно относится к пунктуации. Отсутствует большое число необходимых, по мнению оппонента, запятых, а иногда и точек в конце предложений (см. с.21,с.29 и т.д.). Если автор придерживался стиля журнала “Прикладная математика и механика”, где редакция не рекомендует ставить знаки препинания после формул и между ними, то тогда это было бы оправдано, если бы это делалось повсеместно (см., например, с.41,с.44,с.45).

3. В §5 главы 2 отсутствует определение бифуркаций в контексте изучаемых динамических систем, а также анализ уравнения разветвления.

4. Рисунки желательно было бы сделать более крупными и ясными для читателя (см., например, рис. 2.4,рис. 2.5).

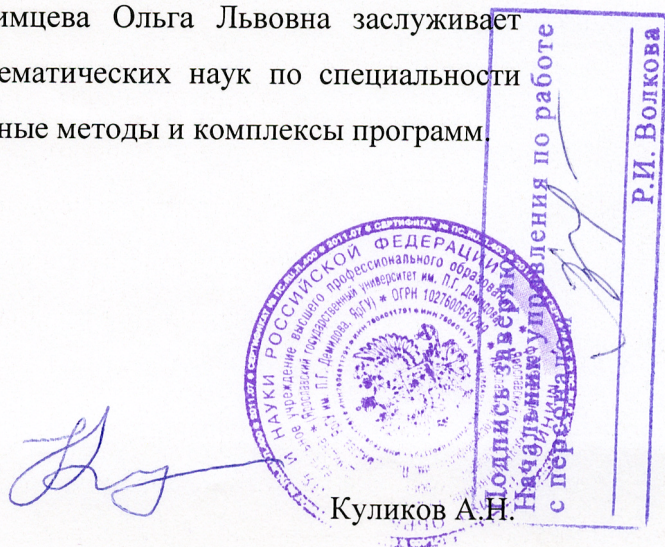
5. В приложении приведена блок-схема алгоритма программы для системы с неподвижным ограничителем. По-видимому, было бы уместно это сделать и для другой рассмотренной модели.

Тема работы соответствует специальности 05.13.18 -Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. В целом диссертация О.Л. Любимцевой является законченным научным исследованием. При анализе периодических движений использованы строгие математические методы в сочетании с компьютерным моделированием и созданием комплекса программ.

Автореферат разослан вовремя и достаточно полно отражает содержание диссертации. Имеется достаточное число публикаций, где изложены результаты исследований.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Любимцевой О.Л.«Численно-аналитическое исследование виброударных систем» удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», представляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Любимцева Ольга Львовна заслуживает присуждения ей степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 -Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры дифференциальных уравнений  
Ярославского государственного  
университета им. П.Г. Демидова



Куликов А.Н.