

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертационной работы Чинь Фьюка Тоана
«Некоторые свойства дискретных динамических систем Биркгофа»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин

Актуальность темы. Диссертация Чинь Фьюка Тоана посвящена исследованию свойств динамических систем с дискретным временем, соответствующих непотенциальным конечномерным и бесконечномерным динамическим системам с непрерывным временем в рамках механики Биркгофа.

Решение ряда задач приводит к необходимости дискретизации уравнений систем Биркгофа. Вопросы о сохранении при дискретизации свойств исходных дифференциальных уравнений, в частности, потенциальности и интегральных инвариантов, а также вопросы об относительных интегральных инвариантах первого порядка систем Биркгофа с бесконечным числом степеней свободы и дискретном по времени их аналоге имеют важное значение в аналитической динамике и являются малоизученными. Поэтому актуальным является разработка различных способов дискретизации уравнений движения в общем случае непотенциальных систем.

Содержания диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 66 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, приведен краткий исторический обзор работ по аналитической динамике систем Биркгофа, сформулированы задачи и цели диссертации.

В первой главе доказана непотенциальность оператора рассматриваемой краевой задачи для системы Соболева и доказано несуществование матричного вариационного множителя с компонентами, зависящими от пространственных переменных и времени. Построено обобщенное действие по Гамильтону – функционал, являющийся полуограниченным на решениях заданной краевой задачи.

Во второй главе разработаны вариационные подходы к построению двух различных разностных схем для задачи о движении маятника с вибрационным подвесом с трением и для одной бивариационной диссипативной задачи. Получены соответствующие численные результаты. Построены системы дискретных уравнений Биркгофа. Получены необходимые и достаточные условия потенциальности заданной разностной системы.

В третьей главе с использованием заданного действия по Гамильтону получены весьма общие уравнения движения бесконечномерных систем, содержащие как частный случай известные уравнения Биркгофа. Для указанных уравнений построен относительный интегральный инвариант и разностный аналог с дискретным временем. На его основе найдена разностная аппроксимация линейного относительного интегрального инварианта первого порядка. Получены необходимые и достаточные условия потенциальности системы уравнений вида $C(x, t, u)u_t + E(x, t, u_\alpha)$.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной

работы.

Диссертация имеет теоретический характер и относится к области фундаментальных исследований.

Автореферат полностью и корректно соответствует основным положениям диссертации.

Заключение. Диссертация Чинь Фьюка Тоана «Некоторые свойства дискретных динамических систем Биркгофа» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи о потенциальности, дискретизации и интегральных инвариантах уравнений движения как конечномерных, так и бесконечномерных систем Биркгофа. Решение указанной задачи имеет важное значение для динамики непотенциальных систем.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН, протокол №УС-1 от 22.01.2024 г., а ее автор Чинь Фьюк Тоан заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Профессор кафедры математического моделирования,
компьютерных технологий и информационной безопасности
Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина,
доктор физико-математических наук
по специальности 05.13.01- системный анализ, управление
и обработка информации, доцент



Масина Ольга Николаевна

399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, д. 28,1
тел.: +7(47467) 2-21-93,
e-mail: olga121@inbox.ru

Подпись Масиной О.Н. удостоверяю.



ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертационной работы Чинь Фьюка Тоана
«Некоторые свойства дискретных динамических систем Биркгофа»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин

Актуальность темы. Диссертации Чинь Фьюка Тоана посвящена исследованию свойств динамических систем с дискретным временем, соответствующих непотенциальным конечномерным и бесконечномерным динамическим системам с «непрерывным» временем в рамках механики Биркгофа (косвенные вариационные принципы, интегральные инварианты, потенциальность).

В аналитической динамике известно, что из всех интегральных вариационных принципов механики наиболее подходящим для возможного описания процессов различной природы является принцип стационарного действия в форме Гамильтона. На его основе еще в 1927г. Дж.Д.Биркгоф получил уравнения, в дальнейшем названные его именем. Они являются обобщением систем Гамильтона. В случае конечномерных систем они исследовались в работах Сантилли Р. М., Галиуллина А. С., Мея Ф. С. и др. Решение ряда конкретных задач приводит к необходимости дискретизации уравнений этих систем. При этом важной задачей остается получение разностных схем с заданными свойствами. Вопросы о сохранении при дискретизации свойств исходных уравнений движения, в частности, потенциальности и интегральных инвариантов, а также вопросы об относительных интегральных инвариантах первого порядка систем Биркгофа с бесконечным числом степеней свободы и дискретном по времени их аналоге имеют важное значение и оказались малоизученными. Представляется весьма актуальной разработка различных **способов дискретизации** уравнений движения в общем случае непотенциальных систем с использованием обобщенных действий по Гамильтону.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 66 наименований и изложена на 102 страницах.

Достоверность и новизна результатов диссертации. Получены следующие основные результаты:

1. Доказана непотенциальность оператора рассматриваемой краевой задачи для системы Соболева относительно классической билинейной формы и доказано несуществование матричного вариационного множителя с компонентами, зависящими от пространственных переменных и времени. Построен аналог классического действия по Гамильтону — функционал, являющийся полуограниченным на решениях заданной краевой задачи.

2. Разработан вариационный подход к построению и исследованию дискретной математической модели движения маятника с вибрационным подвесом с трением.

3. Введено понятие потенциальности дискретной системы. Получены необходимые и достаточные условия потенциальности заданной разностной схемы. Представлен алгоритм построения соответствующего дискретного действия по Гамильтону.

4. Из вариационного принципа с использованием заданного действия по Гамильтону получены весьма общие уравнения движения бесконечномерных систем, содержащие как частный случай известные уравнения Биркгофа. Для них построены разностный аналог с дискретным временем и линейный относительный интегральный инвариант первого порядка. Получена разностная аппроксимация линейного относительного интегрального инварианта первого порядка.

Достоверность полученных теоретических результатов обоснована приведёнными доказательствами теорем и дополнительно подтверждена результатами иллюстрирующих примеров, согласующимися с выводами теории. Достоверность полученных результатов подтверждена также их обсуждениями на научных конференциях и семинарах.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Результаты диссертации сформулированы в виде теорем и строго доказаны. Более того, соответствующие известные результаты классической механики могут быть получены как частный случай результатов диссертационной работы.

Ценность для науки и практики результатов работы.

Диссертация носит теоретический характер и относится к области фундаментальных исследований. Полученные результаты имеют существенное значение для аналитической механики при исследовании широких классов уравнений движения конечномерных и бесконечномерных систем с непотенциальными операторами. Их можно использовать в рамках курса «Аналитическая динамика».

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати. Основные результаты диссертации опубликованы в 4 статьях, 1 из которых издана в периодическом научном журнале, индексируемом в MathSciNet, 3 — в периодических научных журналах, индексируемых в Web of Science.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации. Автореферат полностью и корректно соответствует основным положениям диссертации.

Замечания по автореферату. Данная работа представлена по специальности 1.1.7. «Теоретическая механика, динамика машин», однако автореферат диссертации не содержит механических постановок задач. Например, на стр. 9-10 автореферата представлена краевая задача (4)-(5), «связанная с

движением маятника с точкой подвеса, совершающей малые колебания вдоль прямой, составляющей малый угол наклона с вертикалью» при наличии трения. Но нет поясняющего рисунка, непонятно, как входит в уравнения малый угол, каков физический смысл заданных функций времени, что описывает неизвестная функция $u(t)$, т.е. не дано описание механической модели.

Заключение. Диссертация Чинь Фьюка Тоана «Некоторые свойства дискретных динамических систем Биркгофа» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи о потенциальности, дискретизации и интегральных инвариантах уравнений движения как конечномерных, так и бесконечномерных систем Биркгофа, имеющей важное значение в динамике непотенциальных систем. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, согласно п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН протокол №УС-1 от 22.01.2024 г., а её автор, Чинь Фьюк Тоан, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Заведующий кафедрой высшей математики Института искусственного интеллекта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет», доктор физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика, доцент

Шатина Альбина Викторовна

24 февраля 2025 г.

Подпись Шатиной А.В. удостоверяю.

Начальник
Управления кадров

М.М. Буханова

(должность, ФИО, подпись, гербовая печать)

Институт искусственного интеллекта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет»

119454 г. Москва, проспект Вернадского, д.78, стр.4

тел.+7(499) 600-80-80 доб. 24-001

e-mail: shatina@mirea.ru

Отзыв

на автореферат диссертации Чинь Фьюка Тоана

**«Некоторые свойства дискретных динамических систем Биркгофа»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая
механика, динамика машин**

Актуальность исследования

Основной целью диссертационной работы Чинь Фьюка Тоана «Некоторые свойства дискретных динамических систем Биркгофа» является исследование свойств динамических систем с дискретным временем, соответствующих непотенциальным конечномерным и бесконечномерным динамическим системам Дж.Д. Биркгофа с непрерывным временем.

В работах Р. М. Сантили исследовался вопрос существования аналога уравнения Гамильтона-Якоби для систем Биркгофа.

Дискретизацией уравнений движения систем Биркгофа занимались, в частности, Х. Л. Су, М. З. Цин, С. С. Лю, Ю. С. Го, С. Конга, Х. Ву, Ф.С. Меи и В. Хуа. В трудах этих ученых не рассматриваются вопросы о сохранении при дискретизации свойств исходных дифференциальных уравнений, в частности, потенциальность и интегральные инварианты.

В.М. Савчиным исследовалась взаимосвязь интегральных инвариантов с интегралами уравнений движения систем с бесконечным числом степеней свободы.

Вопросы об относительных интегральных инвариантах первого порядка систем Биркгофа с бесконечным числом степеней свободы и дискретным временем ранее не исследовались.

Содержание

Работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

В первой главе доказана непотенциальность оператора краевой задачи для системы Соболева относительно классической билинейной формы. Построен аналог классического действия по Гамильтону - функционал, являющийся полуограниченным на решениях заданной краевой задачи.

Во второй главе разработан вариационный подход к построению разностных схем для задачи о движении маятника с вибрационным подвесом с трением. Построены системы дискретных уравнений Биркгофа. Введено понятие потенциальности дискретной системы и получены необходимые и достаточные условия ее потенциальности. Представлен алгоритм построения соответствующего действия по Гамильтону.

В третьей главе из вариационного принципа получены уравнения движения бесконечномерных систем и их дискретный аналог, обобщающие уравнения Биркгофа и линейный относительный интегральный инвариант первого порядка.

Достоверность и новизна результатов диссертации

Результаты работы являются новыми, полученными с использованием методов современного вариационного исчисления. Достоверность результатов обусловлена строгостью доказательств и апробацией в виде публикации 4-х статей в рецензируемых журналах.

Теоретическая и практическая значимость результатов

Результаты диссертационной работы Чинь Фьюка Тоана могут быть применены в теории уравнений движения конечномерных и бесконечномерных систем с непотенциальными операторами.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат полностью и корректно отражает содержание диссертации.

Заключение

Диссертационное исследование Чинь Фьюка Тоана «Некоторые свойства дискретных динамических систем Биркгофа» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научных задач исследования потенциальности, дискретизации и интегральных инвариантов для уравнений движения конечномерных и бесконечномерных систем Биркгофа и имеющей важное значение для развития общей теории дискретных динамических систем.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени

Патриса Лумумбы», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а её автор, Чинь Фьюк Тоан, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Доцент кафедры мехатроники и теоретической механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет)

К.ф.-м.н. (01.01.02 Дифференциальные уравнения),

Доцент

03.03.2025



Иванова Е. П.

Подпись Ивановой Е. П. заверяю.

Зам. Директора Дирекции института №8 МАИ



Кучева Н.А.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

E-mail: elpaliv@yandex.ru

Тел.: 8 499 158 44 66

на автореферат диссертации Чинь Фьюка Тоана
«Некоторые свойства дискретных динамических систем Биркгофа»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук
по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин

Основной целью диссертации Чинь Фьюка Тоана является исследование свойств динамических систем с дискретным временем, соответствующих непотенциальным конечномерным и бесконечномерным динамическим системам с «непрерывным» временем в рамках механики Биркгофа (косвенные вариационные принципы, интегральные инварианты, потенциальность), и их приложения с численными результатами.

В 1927 году Дж. Д. Биркгоф представил новую форму уравнений движения конечномерных систем, являющихся обобщением систем Гамильтона. В 1983 году Р. М. Сантilli предложил назвать новую форму системой Биркгофа. Его исследования охватили, в частности, вопросы самосопряженности этих систем и существования аналога уравнения Гамильтона-Якоби. А. С. Галиуллин и соавторы изучили прямые и обратные задачи динамики таких систем, а Ф. С. Мей и другие ученые исследовали вопросы интегрирования, симметрий, устойчивости и построения интегральных инвариантов.

Дискретизация уравнений движения систем Биркгофа рассматривалась в работах Х. Л. Су, М. З. Цини, Ю. Дж. Суни, З. Дж. Шана и других. Однако вопросы сохранения свойств исходных уравнений, таких как потенциальность и интегральные инварианты, при дискретизации остались нерассмотренными.

Теория интегральных инвариантов для систем с непрерывным временем была развита А. Пуанкаре и Э. Картаном, а связь с интегралами движения для систем с бесконечным числом степеней свободы установлена В. М. Савчиным. Вопросы об относительных интегральных инвариантах первого порядка для систем Биркгофа с бесконечным числом степеней свободы и их дискретных аналогах остаются малоисследованными, что подчеркивает актуальность данной темы в современной науке.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 66 наименований. Ее общий объем составляет 102 страницы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, приведен краткий исторический обзор работ по аналитической динамике систем Биркгофа, сформулированы задачи и цели диссертации.

В первой главе доказана непотенциальность оператора рассматриваемой краевой задачи для системы Соболева и доказано несуществование матричного вариационного множителя с компонентами, зависящими от пространственных переменных и времени. Построено обобщенное действие по Гамильтону — функционал, являющийся полуограниченным на решениях

заданной краевой задачи.

Во второй главе разработаны вариационные подходы к построению двух различных разностных схем для задачи о движении маятника с вибрационным подвесом с трением и для одной бивариационной диссипативной задачи. Получены соответствующие численные результаты. Построены системы дискретных уравнений Биркгофа. Получены необходимые и достаточные условия потенциальности заданной разностной системы.

В третьей главе из вариационного принципа с использованием заданного действия по Гамильтону получены весьма общие уравнения движения бесконечномерных систем, содержащие как частный случай известные уравнения Биркгофа. Для них построен относительный интегральный инвариант и разностный аналог с дискретным временем. На его основе найдена разностная аппроксимация линейного относительного интегрального инварианта первого порядка. Получены необходимые и достаточные условия потенциальности системы уравнений вида $C(x, t, u)u_t + E(x, t, u_\alpha) = 0$ относительно заданной билинейной формы. При их выполнении построено действие по Гамильтону для данной системы и получено её представление в виде уравнений Биркгофа для бесконечномерных систем. С помощью аппроксимации построенного функционала его разностным аналогом на основе вариационного принципа получен дискретный по времени аналог уравнений Биркгофа.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы. Они изложены в 4 статьях, 1 из которых издана в периодическом научном журнале индексируемом в MathSciNet, 3 — в периодических научных журналах, индексируемых в Web of Science.

В автореферате достаточно полно и корректно отражены актуальность темы исследования, цель работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, положения, выносимые на защиту.

По автореферату имеется следующее замечание. В диссертации имеется ряд рисунков, иллюстрирующих интересные численные результаты. Их целесообразно было включить в автореферат как важное достоинство работы, подтверждающее теоретические выводы.

Указанное замечание не снижает высокой положительной оценки диссертационного исследования.

Диссертация Чинь Фьюка Тоана «Некоторые свойства дискретных динамических систем Биркгофа» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи о потенциальности, дискретизации и интегральных инвариантах уравнений движения как конечномерных, так и бесконечномерных систем Биркгофа, имеющей важное значение в динамике непотенциальных систем.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, согласно п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН протокол №УС-1 от 22.01.2024 г., а её автор, Чинь Фьюк

Тоан, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Тлеубергенов Марат Идрисович
доктор физико-математических наук
(01.01.02 – Дифференциальные
уравнения), профессор, главный
научный сотрудник Отдела
дифференциальных уравнений
Института математики и
математического моделирования
Министерства науки и высшего
образования Республики Казахстан
e-mail: marat207@mail.ru,
тел.: +7 (701) 499-37-88.

Институт математики и математического моделирования Министерства науки
и высшего образования Республики Казахстан
050010, Казахстан, г. Алматы, ул. Пушкина, д. 125, immm_reception@math.kz,
+7(727) 272-70-93

Подпись Тлеубергенова М.И. удостоверяю
Ученый секретарь Института математики и математического моделирования
Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан
кандидат физико-математических наук

19.02.2025



/Сахауева Майра Абирхановна

(должность на рус. языке, ФИО, подпись, гербовая печать, дата)