

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИПМаш РАН)**



В.О., Большой пр-т, д. 61, Санкт-Петербург, 199178  
Тел.: +7 (812) 321-47-78, факс: +7 (812) 321-47-71;  
<https://ipme.ru>, e-mail: [ipmash@ipme.ru](mailto:ipmash@ipme.ru)  
ИНН 7801037069 КПП 780101001

**Утверждаю:**



Директор  
д.т.н., профессор  
В.А. Полянский

2024г.

**ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертацию Николая Николаевича Литвинова «Построение алгоритмов управления для нелинейных управляемых систем», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1 – системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Диссертационная работа Н.Н. Литвинова посвящена разработке методов построения непрерывных и дискретных управляющих функций, обеспечивающих перевод широкого класса нелинейных стационарных и нестационарных систем из начального состояния в заданное конечное состояние. Кроме того, найдены конструктивные достаточные условия, гарантирующие существование решений поставленных задач. На базе предложенных методов были разработаны алгоритмы решения поставленных задач. Их работоспособность подкреплена результатами численного моделирования при решении задач управления конкретными техническими объектами.

В частности, решена задача дискретного управления для нелинейной нестационарной системы в новой постановке и локальная граничная задача управления нелинейной стационарной системой с учетом контроля вычислительных комплексов. Также построены соответствующие решенным задачам алгоритмы и проверены на работоспособность при помощи численных расчетов на конкретных практических примерах. На основании алгоритма дискретного управления разработан пакет прикладных программ на языке Python и получено свидетельство о регистрации программ для ЭВМ.

Кроме того, в работе проведено исследование задачи управления системой обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающей массивы идентичных и неидентичных Джозефсоновских переходов и являющейся нелинейной, при помощи известного метода оптимального управления.

**Актуальность.** Вопросы, связанные с решением граничных задач для управляемых систем обыкновенных дифференциальных уравнений, являются одним из важных и сложных направлений развития математической теории управления.

Граничные задачи достаточно хорошо изучены для линейных систем и нелинейных систем специального вида. Однако теория решения граничных задач для нелинейных систем общего вида ввиду их сложности еще недостаточно разработана. Автором получены новые алгоритмы решения граничных задач для широкого класса нелинейных стационарных и нестационарных управляемых систем.

В свою очередь, вопросы создания автономных систем управления различными техническими объектами требует нахождения искомого закона управления на базе алгоритмов решения граничных задач для широкого класса нелинейных управляемых систем.

**Научная новизна** представленных автором результатов не вызывает сомнений. Автором получен метод построения дискретных управляющих функций, который можно применять для достаточно широкого класса нелинейных нестационарных систем. Впервые решена локальная граничная задача управления нелинейной стационарной системой, в которой предполагается заданной одна из компонент вектора состояния. Полученное решение справедливо для достаточно широкого класса нелинейных стационарных систем. Кроме того, получены достаточные условия,

гарантирующие перевод указанных систем из начальной точки в некоторую заданную.

Также следует отметить, что динамика массивов идентичных и неидентичных Джозефсоновских переходов при помощи метода оптимального управления ранее не изучалась.

Полученные Н.Н. Литвиновым **результаты и выводы представляются вполне достоверными**. Об этом свидетельствует корректная постановка решаемых граничных задач управления, применение для их решения хорошо апробированных методов математической теории управления, проверка работоспособности построенных алгоритмов управления при помощи численных расчетов на конкретных примерах с использованием стандартного пакета MATLAB. Полученные решения строго обоснованы и дополняют известные результаты, полученные другими авторами в данной предметной области.

**Научная и практическая значимость** работы достаточно высока. Полученные в работе алгоритмы решения поставленных задач в классе дискретных систем управления позволяют упростить процедуру синтеза закона управления, а также более эффективно использовать вычислительные комплексы при формировании управляющего сигнала. Последнее обстоятельство значительно расширяет практические возможности систем управления. В свою очередь, алгоритм управления с учетом контроля функционирования вычислительных комплексов повышает надежность систем управления. Результаты диссертации могут быть использованы при проектировании интеллектуальных, автономных систем управления роботами-манипуляторами, беспилотными летательными, надводными и подводными аппаратами, а также другими техническими объектами.

Кроме того, решение задачи оптимального управления массивами идентичных и неидентичных Джозефсоновских переходов может найти применение при планировании и проведении физических экспериментов.

Диссертация Н. Н. Литвинова является законченным теоретическим исследованием, объединенным единым замыслом. Она написана достаточно простым и понятным языком.

**Список публикаций автора по теме диссертации в журналах, входящих в базу Scopus:**

1. Квитко А. Н., Литвинов Н. Н. Решение локальной граничной задачи в классе дискретных управлений для нелинейной нестационарной системы // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2022. Т. 18. Вып. 1. С. 18–36.

2. Litvinov N. Control of global variables for identical and non-identical Josephson junctions arrays // Cybernetics and Physics, vol. 10, No 3, pp. 138-142, 2021 <https://doi.org/10.35470/2226-4116-2021-10-3-138-142>.

Кроме того, следует отметить, что на момент подачи диссертации на защиту, была принята в печать еще одна статья по теме работы:

Kvitko, A. N. Solution of the Local-Boundary-Value Problem of Control for a Nonlinear Stationary System Taking into Account Computer System Verification. / A. N. Kvitko, N. N. Litvinov // Vestnik of Saint Petersburg University. Mathematics. Mechanics. Astronomy. — 2024. — Vol. 57, no. 2. — P. 202—212.

#### **Замечания:**

1. Первый раздел первой главы и другие разделы, посвященные обзору литературы, недостаточно полные. При этом во введении автор указывает на высокую публикационную активность по тематике диссертационных исследований за период с 2012 по 2022 год.
2. По содержанию работы следовало бы более подробно описать процедуру оценки областей достижимости и связь областей достижимости с рассматриваемыми ограничениями на управление.

Сделанные замечания не затрагивают полноты изложения и строгой обоснованности основных результатов диссертации и не снижают ее научной ценности. Результаты представленной работы могут быть использованы в разработках и исследовательских проектах Санкт-Петербургского государственного университета и Института проблем машиноведения РАН.

Материал диссертации достаточно полно отражен в опубликованных автором работах.

Диссертационная работа Н.Н. Литвинова «Построение алгоритмов управления для нелинейных управляемых систем» удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842 и требованиям, установленным приказом №11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском

государственном университете» от 19.11.2021, а ее автор, Николай Николаевич Литвинов, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1 – системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Отзыв обсужден и одобрен на семинаре лаборатории АДИн ФГБУН ИПМаш РАН, протокол № 1 от «05» июля 2024 года.

Отзыв составил:

Кандидат технических наук  
Вражевский Сергей Александрович,  
Старший научный сотрудник лаборатории «Адаптивное и интеллектуальное управление сетевыми и распределенными системами»

Доктор технических наук  
Гущин Павел Александрович,  
Старший научный сотрудник лаборатории «Адаптивное и интеллектуальное управление сетевыми и распределенными системами»

Организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем машиноведения Российской Академии наук»  
Адрес: Российская Федерация, 199178, Санкт-Петербург, Большой пр. ВО, дом 61.  
Рабочий телефон: +7 (812) 321-47-78  
Адрес электронной почты: ipmash@ipme.ru



Вражевского С.А. и Гущина П.А.

Помощник Директора  
[Handwritten signature]

20 24 г.