

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.107.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 21 мая 2026 г., № 8

О присуждении **Берлину Леониду Михайловичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Скалярное управление системой несинхронных осцилляторов по критерию быстродействия» по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» принята к защите 12 марта 2026 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.1.107.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН, 117342, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Коньково, ул. Профсоюзная, д. 65, стр. 2, приказ Минобрнауки России о выдаче разрешения на создание диссертационного совета № 1173/нк от 12.10.2022 г., приказ Минобрнауки России о внесении изменений в составы диссертационных советов № 1112/нк от 19.11.2024 г.).

Соискатель Берлин Леонид Михайлович, 06.08.1999 года рождения, в 2023 году с отличием окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» по специальности 03.04.01 «Прикладные математика и физика». С августа 2023 года по настоящее время Берлин Л.М. обучается в очной аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика». В настоящее время работает научным сотрудником в ИПУ РАН в лаборатории № 38 «Управления по неполным данным».

Диссертация выполнена в лаборатории № 38 «Управления по неполным данным» Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор технических наук, член-корреспондент РАН, Галяев Андрей Алексеевич, главный научный сотрудник лаборатории № 38 «Управления по неполным данным» ИПУ РАН.

Официальные оппоненты:

Ананьевский Игорь Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук, главный научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией механики управляемых систем,

Ибрагимов Данис Наилевич, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», профессор кафедры 804 «Теория вероятностей и компьютерное моделирование»,

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт программных систем им. А.К. Айламазяна Российской академии наук (ИПС им. А.К. Айламазяна РАН) в своем положительном отзыве, подписанном руководителем Исследовательского центра процессов управления ИПС им. А.К. Айламазяна РАН, доктором физико-математических наук **Сачковым Юрием Леонидовичем**, и утвержденным исполняющим обязанности директора ИПС им. А.К. Айламазяна РАН, кандидатом технических наук **Тищенко Игорем Петровичем**, указала, что результаты диссертационного исследования можно рекомендовать для улучшения имеющихся решений задач с дефицитом ресурса управления в случае, когда размерность вектора управления меньше размерности пространства состояний физической системы, а также для расширения их применения на широкий класс сложных технических систем. Полученные результаты можно использовать в образовательном процессе по направлениям подготовки «Прикладная математика». Диссертационная работа Берлина Л.М. является законченной научно-квалификационной работой, в которой поставлены и решены актуальные задачи. Цель диссертационного исследования достигнута, результаты имеют высокую теоретическую и практическую значимость.

Заключение ведущей организации имеет следующие замечания:

1. Формулировка леммы 11 диссертации содержит избыточное условие (2.66), поскольку уже есть ссылка на (2.59);
2. Подраздел 2.2 о классе двух переключений следовало бы отнести в приложение.

Отмечено, что указанные замечания не влияют на значимость работы, а общая оценка работы является положительной.

В отзывах оппонентов имеются следующие замечания:

В отзыве **Ананьевского И.М.:**

1. На мой взгляд, исследование рассматриваемой задачи быстродействия можно упростить, избавившись от одного параметра путем перемасштабирования фазового пространства и сведения задачи к задаче с ограничением на управление, равным единице.
2. Недостаточно информативно изложен смысл леммы 10 в главе 2 для класса двух переключений. Каким конечным состояниям в задаче разгона она отвечает? Также требуется в самой лемме указать её справедливость только для задачи разгона.

Указанные замечания не являются критическими и не снижают положительное впечатление от диссертации.

В отзыве Ибрагимова Д.Н.:

1. В диссертационной работе был бы полезен пример, демонстрирующий, к чему приводит сближение частот осцилляторов.
2. Отсутствует исследование единственности экстремального управления в случаях, отличных от задачи останова и разгона.
3. По тексту диссертации не дано определение вырожденного класса управления (вырождения), помимо описания частного примера в конце подраздела 2.1.
4. В контексте леммы 10 требуется комментарий о том, чем являются числа z_1, \dots, z_8 с точки зрения оптимального управления. Не указано, любой ли их набор будет порождать оптимальное управление.
5. В диссертационной работе не хватает исследования взаимосвязи непрерывной и дискретной задач быстродействия. В частности, нельзя ли свести одну к другой, полагая число шагов в дискретной системе числом переключений в непрерывной системе.

Сделанные замечания во многом носят характер рекомендаций и не ставят под сомнение результаты работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован профилем их научной деятельности и профессиональных интересов, подтвержденные публикациями в рецензируемых изданиях.

По теме диссертации опубликовано 14 работ. По результатам опубликована одна статья в рецензируемом научном издании по специальности 2.3.1 (физ.-мат.), относящемся к категории К1 Перечня ВАК, 3 работы в журналах, индексируемых в международных базах данных и приравненных к журналам Перечня ВАК категории К1, 9 работ в материалах международных и всероссийских конференций и одна публикация в прочих изданиях. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах отсутствуют.

Наиболее значимые публикации из числа рецензируемых изданий:

- Берлин, Л. М. О классе двух переключений управления в задаче быстродействия двух несинхронных осцилляторов / Л. М. Берлин, А. А. Галяев, С. К. Кравцова // Управление большими системами. – 2023. – Т. 101. – С. 24-38.
- Берлин, Л. М. Условия экстремума при ограниченном скалярном управлении двумя несинхронными осцилляторами в задаче быстродействия / Л. М. Берлин, А. А. Галяев // Доклады Российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления. – 2022. – Т. 505, № 1. – С. 86-91.
- Berlin, L. M. Time-optimal control problem of two non-synchronous oscillators / L. M. Berlin, A. A. Galyaev, P. V. Lysenko // Mathematics. – 2022. – P. 1-19.
- Берлин, Л. М. Необходимые условия экстремума и метод Нейштадта-Итона в задаче оптимального быстродействия группой несинхронных осцилляторов / Л. М. Берлин, А. А. Галяев, П. В. Лысенко // Автоматика и телемеханика. – 2024. – № 6. – С. 97-114.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, все **отзывы положительные**.

1. Отзыв на автореферат кандидата физико-математических наук, младшего научного сотрудника отдела прикладной математики ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук Антипиной Екатерины Дмитриевны, содержит следующее замечание:
 - В тексте автореферата приводится результат сопоставления двух подходов (необходимых условий экстремума и алгоритма Нейштадта-Итона), однако оно представлено исключительно в качественном виде (рис. 2). Сравнение областей на фазовой плоскости выполнено только графически, что не позволяет оценить точность и эффективность предложенного комбинированного метода в количественном выражении. Было бы целесообразно дополнить автореферат численными данными, например: таблицей сравнения моментов переключения, полученных двумя методами, для нескольких характерных начальных точек. Отсутствие таких количественных характеристик затрудняет оценку вычислительной эффективности предложенного подхода и оставляет открытым вопрос о том, насколько точно численный алгоритм (Нейштадта-Итона) воспроизводит теоретически предсказанную структуру управления.
2. Отзыв на автореферат доктора технических наук, заведующего кафедрой математики ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации Булекбаева Дастанбека Абдыкалыковича, содержит следующие замечания:

- 1) В тексте автореферата явно не описан способ проверки принадлежности полученного решения к заданному классу переключений, однако очевидно, что производится подсчет нулей функции переключений по данному решению.
 - 2) Как возможное развитие работы, можно уточнить, что будет при сближении частот осцилляторов.
3. Отзыв на автореферат и диссертацию кандидата физико-математических наук, доцента высшей школы автоматизации и робототехники ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» Семаковой Анны Анатольевны, содержит следующие замечания:
- 1) В тексте автореферата и диссертации отсутствует формальное определение «вырожденного класса управления» (или «вырождения управления»), хотя в подразделе 2.1 на частном примере показано, что под этим понимается. Желательно было бы дать четкое определение на этапе постановки задачи.
 - 2) Подраздел 2.2, посвященный детальному анализу класса двух переключений для двух осцилляторов, носит вспомогательный технический характер. Вынесение его в приложение могло бы улучшить структуру основного текста, сделав его более компактным.
 - 3) В формулировке леммы 11 условие (2.66) является избыточным, так как непосредственно следует из определения. Это, однако, не влияет на справедливость утверждения.
 - 4) В главе 3 предложен способ проверки принадлежности управления к заданному классу переключений. Желательно было бы кратко описать его реализацию при численном моделировании во второй главе, где проводится классификация.
4. Отзыв на автореферат член-корреспондента РАН, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудник отдела динамических систем ФГБУН Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук Ушакова Владимира Николаевича, содержит следующие замечания:
- 1) По тексту автореферата не дана формулировка задачи разгона и остановки, помимо частного упоминания на стр. 11;
 - 2) В лемме 10 требуются дополнительные пояснения о том, чем являются числа z_1, \dots, z_8 для рассматриваемой задачи разгона.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- изучены и проанализированы свойства сильной достижимости и глобальной управляемости системы несинхронных осцилляторов с ограниченным скалярным управлением;

- разработан метод решения задачи быстродействия системой несинхронных осцилляторов, базирующийся на необходимых условиях экстремума для любого заданного количества неизвестных моментов переключения оптимального управления;
- изучена и проанализирована непрерывная зависимость критерия и длительностей интервалов управления от параметра ограничения на управление и от граничных условий в задаче оптимального по быстродействию управления системой несинхронных осцилляторов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- предложено решение актуальной научной задачи оптимального управления для многомерных колебательных динамических систем с дефицитом ресурса управления в случае, когда размерность вектора управления меньше размерности пространства состояний;
- доказана теорема о необходимых условиях экстремума для любого заданного количества неизвестных моментов переключения оптимального управления в задаче быстродействия системой несинхронных осцилляторов;
- доказана теорема о непрерывной зависимости критерия от параметра ограничения на управление в задаче оптимального по быстродействию управления системой несинхронных осцилляторов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработан метод нахождения решения в задаче оптимального управления колебательной системой с дефицитом ресурса управления.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- теория, лежащая в основе разработанных методов и алгоритмов, основывается на строгом математическом аппарате и согласуется с данными публикаций по тематике диссертации;
- идеи предлагаемых методов базируются на известных методах теории оптимального управления;
- научные результаты, представленные в диссертации, не противоречат общепринятым концепциям и подтверждены строгими математическими доказательствами, а также результатами компьютерного моделирования.

Все исследования, представленные в диссертационной работе, проведены лично соискателем в процессе научной деятельности, а результаты являются новыми. Из совместных публикаций в диссертацию включен тот материал, который непосредственно принадлежит соискателю.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель Берлин Л.М. полно ответил на заданные вопросы.

На заседании 21 мая 2026 г. диссертационный совет принял решение: за решение актуальной научной задачи скалярного управления системой несинхронных осцилляторов по критерию быстродействия, имеющей значение для развития теории управления колебательными системами, присудить Берлину Леониду Михайловичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования по вопросу о присуждении Берлину Леониду Михайловичу ученой степени кандидата физико-математических наук диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Зам. директора ИППУ РАН по научной работе
д.т.н.



С.А. Краснова

Председатель диссертационного
совета 24.1.107.02, д.ф.-м.н.

М.В. Хлебников

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.1.107.02, к.ф.-м.н.

А.А. Тремба

21 мая 2026 года