

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова  
Российской академии наук

Стенограмма  
заседания диссертационного совета  
24.1.107.02

21 мая 2026 года

Защита диссертации Берлина Леонида Михайловича на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Скалярное управление системой несинхронных осцилляторов по критерию быстродействия» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Москва 2026

Стенограмма

заседания диссертационного совета 24.1.107.02 при  
Федеральном государственном бюджетном учреждении науки  
Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

Председатель диссертационного совета – д.ф.-м.н. М.В. Хлебников

Ученый секретарь диссертационного совета – к.ф.-м.н. А.А. Тремба

Состав совета утвержден в количестве 17 человек. На заседании из 17 членов присутствуют 13 человек, по профилю рассматриваемой специальности присутствуют 7 докторов наук.

№	ФИО	Ученая степень	Шифр спец.	Явка
1.	Бахтадзе Н.Н.	д.т.н.	2.3.4	очно
2.	Буркова И.В.	д.т.н.	2.3.4	очно
3.	<b>Галяев А.А.</b>	<b>чл.-корр. РАН</b> д.т.н.	<b>2.3.1</b>	<b>очно</b>
4.	<b>Глущенко А.И.</b>	д.т.н.	<b>2.3.1</b>	<b>очно</b>
5.	Дранко О.И.	д.т.н.	2.3.4	очно
6.	<b>Кузнецов А.В.</b>	д.ф.-м.н.	<b>2.3.1</b>	<b>очно</b>
7.	<b>Лазарев А.А.</b>	д.ф.-м.н.	<b>2.3.1</b>	<b>очно</b>
8.	<b>Назин А.В.</b>	д.ф.-м.н.	<b>2.3.1</b>	<b>очно</b>
9.	Тремба А.А.	к.ф.-м.н.	2.3.1	очно
10.	<b>Уткин В.А.</b>	д.т.н.	<b>2.3.1</b>	<b>очно</b>
11.	<b>Хлебников М.В.</b>	д.ф.-м.н.	<b>2.3.1</b>	<b>очно</b>
12.	Чхартишвили А.Г.	д.ф.-м.н.	2.3.4	очно
13.	Щепкин А.В.	д.т.н.	2.3.4	очно

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Сегодня, 21 мая 2026 года, мы начинаем заседание диссертационного совета 24.1.107.02. На повестке у нас защита Берлином Леонидом Михайловичем диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Скалярное управление системой несинхронных осцилляторов по критерию быстродействия». Диссертация защищается по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Согласно явочному листу, в зале присутствует 13 членов нашего диссертационного совета из 17, из них 7 докторов наук по специальности 2.3.1. Кворум имеется. Мы можем приступать к рассмотрению диссертации и принимать решения по соответствующему вопросу.

Научный руководитель соискателя – Андрей Алексеевич Галяев, доктор технических наук, член-корреспондент РАН, сотрудник 38-й лаборатории нашего института.

Официальные оппоненты:

Ананьевский Игорь Михайлович, доктор физмат-наук, профессор, главный научный сотрудник, исполняющий обязанности заведующего лабораторией механики управляемых систем Института проблем механики им. Ишлинского Российской академии наук, и

Ибрагимов Данис Наилевич, доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры теории вероятности и компьютерного моделирования Московского авиационного института.

Ведущая организация – Институт программных систем им. Айламазяна Российской академии наук.

Ну что же, я передаю слово ученому секретарю совета Андрею Александровичу Трембе, который сделает сообщение по материалам дела соискателя.

**К.ф.-м.н. А.А. Тремба (учёный секретарь совета):**

Добрый день. Соискатель Берлин Леонид Михайлович, 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 обучается в очной аспирантуре Московского физико-технического института по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Соответственно, в настоящее время соискатель работает научным сотрудником в Институте проблем управления, в лаборатории 38 «Управление по неполным данным».

В аттестационном деле имеются документы, соответствующие требованиям и критериям положения о присуждении ученых степеней, в том числе соискатель имеет необходимое для защиты кандидатской диссертации число и тип публикаций.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Андрей Александрович, спасибо. Вопросы имеются к секретарю? Какие-то детали нужно в больших подробностях озвучить? Нет. Ну что же, тогда слушаем Леонида Михайловича. Вам слово для того, чтобы представить результаты своей диссертационной работы.

**Л.М. Берлин (соискатель):**

*(Излагает актуальность темы, основные положения диссертации, содержащие научную новизну, результаты исследований. Автореферат диссертации и раздаточный материал имеется у каждого члена диссертационного совета.)*

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Леонид Михайлович, спасибо. Ну да, действительно, какие будут вопросы к докладчику, к соискателю ученой степени? У нас имеются микрофоны, поэтому мы готовы их предоставить всем желающим. Вот, первый вопрос у нас уже созрел. Представляйтесь, пожалуйста, для стенограммы, для протокола.

**Д.ф.-м.н. А.В. Кузнецов (член совета):**

Кузнецов Александр Владимирович, член диссертационного совета. У вас где-то в начале фигурировало утверждение про множество, непрерывно зависящее от  $t$ . Это не что бы общепринятые слова в математике, как мне кажется. Не могли бы вы пояснить, что под этим понимается?

**Л.М. Берлин (соискатель):**

Да, граница будет непрерывно зависеть от  $t_1$ , граница самого множества достижимости.

**Д.ф.-м.н. А.В. Кузнецов (член совета):**

А, то есть граница как функция, как непрерывная функция?

**Л.М. Берлин (соискатель):**

Да.

**Д.ф.-м.н. А.В. Кузнецов (член совета):**

А, ну понятно, спасибо большое.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Так, еще. У кого какие вопросы? Александр Гедеванович, пожалуйста.

**Д.ф.-м.н. А.Г. Чхартишвили (член совета):**

Чхартишвили Александр Гедеванович, член диссертационного совета. У меня вопрос вот по тому дополнительному необходимому условию, которое вы получили. Вот можете его пояснить как бы на пальцах? Это, по-моему, формула 10, если не ошибаюсь, у вас.

**Л.М. Берлин (соискатель):**

Да, я готов пояснить. На самом деле – когда мы рассматривали с вами вот этот случай:  $K$  равно  $2N$ , удобный случай, – мы выписали систему, соответственно, уравнение (7) как равенство нулю функции переключения. Соответственно, в случае если у нас  $K$  больше, чем  $2N$ , мы также можем выписывать подобное уравнение (7), только их количество будет уже не  $2N-1$ , а, соответственно,  $K-1$ . Мы также составим матричное уравнение (8), – вот эту матрицу, – и будем последовательными прямоугольными окнами требовать равенства нулю определителя соответствующего линейного отображения, для того чтобы вектор  $C$  тождественно не был равен нулю. Соответственно, такими квадратными подматрицами мы пройдемся по всей матрице (8), по всей матрице, определяющей линейную систему (8), и получим, что у нас таких сдвигов будет ровно  $K-2N$  элементов. И отдельно доказано, что других комбинаций, то есть по-другому взять вот эти наборы векторов мы можем, но мы получим попросту уже то, что имели до этого. То есть новых дополнительных соотношений мы не сможем выбрать. Понятно, что мы можем брать не последовательно прямоугольными окнами, а в каком-то другом порядке, но таких комбинаций может быть ровно  $K-2N$ .

**Д.ф.-м.н. А.Г. Чхартишвили (член совета):**

Понял, спасибо.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Так, еще у кого имеются вопросы? Имеются.

**Д.т.н. О.И. Дранко (член совета):**

Дранко Олег Иванович. У меня два вопроса, член совета. Первый вопрос, благодаря каким свойствам удается получить аналитическое решение?

**Л.М. Берлин (соискатель):**

Благодаря, сейчас, секунду.

**Д.т.н. О.И. Дранко (член совета):**

То есть это всегда так получается получать аналитическое решение? Система какая-то особенная, в чем особенность системы?

**Л.М. Берлин (соискатель):**

Система действительно линейна. По факту, то есть основная проблема, что мы не знаем, какое правильное  $K$ , но в силу того, что мы знаем, что для системы есть всегда конечное количество переключений, и для произвольного  $K$  выписаны аналитические конструкции. То есть вы фиксируете для конкретных начальных, конечных состояний, параметров задачи, вы выбираете какое-то  $K$  конкретное – 3, исследуете вот эти нелинейные уравнения, получаете или не получаете решение. Не получаете – идете к следующему  $K$  и исследуете следующие аналитические конструкции для этой системы.

**Д.т.н. О.И. Дранко (член совета):**

Спасибо. Второй вопрос. Нет ничего практичнее хорошей теории. Все-таки для каких практических приложений могут быть применены ваши результаты?

**Л.М. Берлин (соискатель):**

Это различные вибрационные стенды, установки, в которых есть одно входящее управляющее воздействие и требуется, например, разогнать эту систему по нескольким модам колебаний. В частности, это также управление энергетическими системами. Также у вас есть различные моды колебаний в электроэнергетике, и вам нужно, условно, одним управляющим воздействием, в самом плохом случае, возбудить все эти электрические моды.

**Д.т.н. О.И. Дранко (член совета):**

Спасибо.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Спасибо, да, еще у нас есть вопросы, пожалуйста.

**Д.ф.-м.н. А.А. Лазарев (член совета):**

Лазарев Александр Алексеевич, член совета. Значит, вот у вас переход, когда вы переходите к состоянию, константа  $\epsilon$ , она не меняется? То есть, оно не бывает там  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$  и так далее?

**Л.М. Берлин (соискатель):**

Нет, оно не меняется, оно постоянное.

**Д.ф.-м.н. А.А. Лазарев (член совета):**

Вот я к тому, что вот здесь Олег Иванович поднял вопрос практического приложения. Мы вчера долго обсуждали проект Саров, и вот у нас тоже там переход от состояния в состояние, и пришли: что нужно нам переходить.... Вот эти  $\epsilon$  должны быть

разные (у нас по-другому называется). Это первое. Это вопрос-замечание, то есть вы не переходите, так сказать, к каждому  $\epsilon$ .

И второй вопрос. Значит, критерий, ну, у нас называется, в дискретной математике это Max Rain, на быстродействие. А можно ли применить для других критериев? Расширяемо ли это?

**Л.М. Берлин (соискатель):**

Глобально расширяемое. Ну то есть для некоторых других критериев похожий подход можно будет масштабировать. После проведения линеаризации, потому что если мы будем использовать энергетические критерии, возможно, нам потребуется сделать линеаризацию, и мы можем, ну, вот к системе, как раз представленной (7)-(8), мы можем попробовать снова свести это решение. Да, действительно.

**Д.ф.-м.н. А.А. Лазарев (член совета):**

То есть, можно, но пока не показываем. Условно говоря, перспектива на будущее.

**Л.М. Берлин (соискатель):**

Это базовый подход, который можно масштабировать, и, в частности, вот ответ на ваш вопрос: в частности, предложенный численный алгоритм, то есть использовать вместе алгоритм Нейштадта-Итона и предложенные новые дополнительные условия экстремума. Формально, можно в каждой точке начать переформулировать задачу. То есть, да, куда-то одним управлением пришли, в новые точки, начали формулировать другую задачу, используете численный алгоритм, получаете еще более точное решение с помощью моей теоремы и идете дальше. Пришли еще куда-то – еще раз переформулируете, и так далее.

**Д.ф.-м.н. А.А. Лазарев (член совета):**

Спасибо.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Спасибо. Есть еще вопросы у присутствующих? Нет вопросов.

Ну что же, тогда, Леонид Михайлович, пока возвращайтесь в зал. Далеко не уходите, а слово имеет научный руководитель диссертанта Андрей Алексеевич Галяев, который нам расскажет о соискателе.

**Д.т.н. А.А. Галяев (научный руководитель):**

Добрый день, уважаемые присутствующие, члены диссертационного совета, председатель (нас научили за время МНШ). Леонид Михайлович к нам пришел в лабораторию и в институт 6 лет назад. И уже тогда, придя, он, скажем так, выделялся из той группы, которая пришла к нам. Он был на 4-м курсе факультета радиотехники, кафедры интегрированных киберсистем.

Он уже тогда выделялся из всей группы, то есть своим скрупулезным подходом к решению различных задач. То есть он за каждую задачу брался таким образом, чтобы понять ее суть, доводил ее всегда до конца. И, собственно, за эти 6 лет, которые он был с нами, – в том числе благодаря, – ему удалось решить несколько важных прикладных задач. Он участвовал с нами уже в пяти прикладных НИР, в том числе по государственной тематике гособоронзаказа. Собственно, наверное, он мог бы защищаться еще, наверное, по одной теме, как минимум: это по задачам классификации сигналов – бинарной и многоклассовой, в том числе и по интеллектуальным методам. То есть он там много что сделал.

При этом надо сказать, что он настолько организован, что нам в лаборатории помогает с различными прикладными разработками. И если что-то нужно сделать руками,

он всегда рад помочь. И, в общем-то, не только помочь, но и организовать весь наш коллектив, рассказав, как правильно это нужно делать. Мы его за это любим и ценим.

Одновременно с этим он, по сути, взял на себя функции выпускающего редактора журнала «Автоматика и телемеханика». То есть он нам ведет сайт журнала. Вот о чем я, поскольку являюсь главным редактором, а Михаил Владимирович является заместителем главного редактора журнала, – он нам неоценимую помощь оказывает и в этом.

В общем, хочу сказать, что он давно сложившийся, грамотный специалист. И да, еще надо было бы отметить, что последние два года обучения в аспирантуре он получал грант для стипендиатов имени нашего президента. И считаю, что своей представленной работой он, конечно же, заслуживает присуждения степени. И еще порадует нас многими научными результатами, в том числе, я надеюсь, в очень ближайшее время.

Он на МНШ докладывал результат, если вы видели, связанный со случайными стохастическими матрицами. И там получена очень интересная конструкция, которая позволяет по одному окну получать ответ по огибающей спектра в шуме. Спасибо.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Спасибо, Андрей Алексеевич, за обстоятельный рассказ. Есть ли вопросы к научному руководителю? Вы всё рассказали исчерпывающим образом. Вопросов нет. Тогда слово вновь ученому секретарю. Андрей Александрович нам расскажет про отзывы, которые имеются в деле диссертанта.

**К.ф.-м.н. А.А. Тремба (учёный секретарь совета):**

Диссертация выполнена в Институте проблем управления. В аттестационном деле имеется положительное заключение организации, подписанное председателем расширенного научного семинара Хлебниковым Михаилом Владимировичем, а утверждено заместителем директора по научной работе ИПУ РАН, доктором технических наук Красновой Светланой Анатольевной. Диссертация рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Полный текст заключения в аттестационном деле, естественно, имеется.

В диссертационный совет поступил положительный отзыв ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт программных систем им. Айламазяна Российской академии наук, подписан руководителем Исследовательского центра процессов управления Института программных систем, доктором физико-математических наук Сачковым Юрием Леонидовичем. Отзыв утвержден исполняющим обязанности директора Института программных систем, кандидатом технических наук Тищенко Игорем Петровичем.

*(оглашает отзыв, с замечаниями)*

Сделанные замечания не влияют на значимость работы, общая оценка работы является положительной.

В заключении указано, что диссертационная работа Берлина Леонида Михайловича является законченной научно-квалификационной работой, в которой поставлены и решены актуальные задачи. Цель диссертационного исследования достигнута, а результат имеет высокую теоретическую и практическую значимость. Исходя из вышеизложенного, диссертационная работа Берлина Леонида Михайловича соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика и соответствует требованиям положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям. А ее автор, Берлин Леонид Михайлович, заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук. Отзыв ведущей

организации обсужден и одобрен на научном семинаре Исследовательского центра процессов управления 23 апреля 2026 года.

Соответственно, есть ли какие-то вопросы по отзыву ведущей организации? Нет. Хорошо.

Поступили 4 отзыва на автореферат, все отзывы положительные. С вашего позволения сделаю обзор с зачитыванием только замечаний. Возражений нет? Нет. Хорошо.

*(зачитывает отзывы на автореферат, замечания и информацию об авторах отзывов)*

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Спасибо, Андрей Александрович. Коллеги, есть ли вопросы? Нужно ли что-то подробнее зачитать? Или все понятно? Ладно. Не имеется вопросов. Тогда, Леонид Михайлович, вам на выбор. Можете сейчас ответить на замечания, а можете после выступления оппонентов.

**Л.М. Берлин (соискатель):**

После.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Хорошо. Тогда слово предоставляется первому оппоненту: Игорю Михайловичу Ананьевскому.

**Д.ф.-м.н. И.М. Ананьевский (официальный оппонент):**

Уважаемый председатель, уважаемые члены ученого совета. Слышно? Позвольте мне основные моменты отзыва только осветить.

Ну, начнем с актуальности и терминологии. Здесь говорится о том, что рассматривается система с дефицитом управлений. Ну, по существу, это правильно. Но обычно, когда говорят о дефиците управления, под этим понимают, что у нас имеется механическая система, то есть система, динамика которой описывается уравнениями Лагранжа, и число степеней свободы меньше размерности векторов управляющих параметров. В данном случае это, конечно, так, потому что у нас есть осцилляторы. Это система, действительно, система уравнения Лагранжа и только скалярное управление. Число степеней свободы  $N$ , размерность системы  $2N$ , управление одномерно. Но если мы говорим о линейных управляемых системах, то там вот это понятие дефицита, конечно, отходит на задний план. Потому что размерность управляющего вектора и размерность системы вовсе не обязательно совпадают, или могут быть одно меньше другого. Тут на передний план выходит управляемость, то есть критерий управляемости по Калману в первую очередь. В данном случае этот критерий выполнен, если частоты различны.

Но вот здесь уместно сказать, что, действительно, это отмечал и сам диссертант. И в отзывах на автореферат говорится, что актуальность заключается в том, что механические системы нелинейные в окрестности стационарных состояний или в окрестности терминальных состояний, куда мы хотим привести, при линеаризации мы часто получаем вот такие линейные системы, у которых число степеней свободы уже не важно, а важно, что размерность этой системы будет существенно больше размерности вектора управляющих сил. Вот это как раз тот случай, и поэтому такие задачи имеют существенное прикладное значение.

Первая глава как раз посвящена управляемости и другим свойствам этой системы. В первую очередь речь идет о сильной достижимости. То есть, если у нас есть точка в фазовом пространстве, то мы любую точку некоторой окрестности этой точки можем достичь с

помощью управления. То есть область достижимости, таким образом, – иногда это называют телом, – то есть имеет внутренность. Сильная достижимость установлена Леонидом Михайловичем, и здесь надо отметить, что это говорит о его квалификации, с помощью теоремы Зусмана-Джорджевича. Значит, это критерий о том, что ранг векторных полей, ранг алгебры Ли векторных полей совпадает с размерностью пространством состояний.

Затем – глобальная устойчивость. Если бы система имела положительные вещественные собственные числа, то, естественно, по ограниченному управлению можно не из всех начальных состояний привести ее в ноль. В данном случае все собственные числа комплексные, и вещественные части равны нулю, поэтому имеет место глобальная управляемость. То есть из любой точки можно привести в нуль и обратно из нуля в любую точку. Ну и здесь используется теорема Ла Салля – Конти.

Теперь надо отметить вот какое обстоятельство. Обычно такие задачи решаются... Задача синтеза оптимального управления, решается: что у нас есть начальное состояние и мы по нему, по начальному состоянию пытаемся построить или найти оптимальное управление. В данном случае подход немножко иной. Здесь берется... хорошо известно, что оптимальное управление в таких задачах – это релейная функция. То есть функция, принимающая значение плюс-минус  $\epsilon$ , где  $\epsilon$  – ограничение управления. Ну и поэтому такая функция задается просто точками, в которых происходит переключение. То есть нам нужно указать набор моментов переключений и тем самым определяем полностью управляющую функцию.

Вот в диссертации именно такой подход и используется, что мы сначала параметризуем множество управлений таким набором точек переключения, моментов переключения. А дальше диссертант смотрит, при таких переключениях, из каких..., – в таком числе переключений, – из каких областей пространства мы попадаем в заданное состояние. В данном случае – в ноль или наоборот, если задача разгона, то из нуля куда-то.

Уже 70 лет назад, примерно, бывший сотрудник вашего института, Фельдбаум Александр Аронович, установил, что если собственные числа вещественны у такой системы, то число переключений не превосходит  $N-1$ , где  $N$  – размерность системы. Поскольку здесь собственные числа не вещественны, то число переключений может быть любым, и в результате, значит, есть смысл, – что диссертант и сделал, – просто для заданного числа переключений исследовать функцию управления и смотреть, из каких зон эта функция является действительно решением задачи. Это я примерно изложил содержание первой главы.

Вторая глава. Здесь изучается свойство оптимального управления. Я уже немножко сказал о том, в каком порядке это происходит, что мы идем от набора переключений, точек моментов переключений, и исследуем соответствующее управление. Классы управлений вводятся по числу переключений. Затем изучаются свойства такой системы. Значит, здесь появляется функция переключений, ее нули, исследуется зависимость этих нулей. Характерно, – как обычно исследуются такие функции, – непрерывная зависимость от переключений и так далее. Для синтеза управления для двумерной системы здесь уже получена функциональная зависимость моментов переключения от начального состояния. То есть эти моменты переключения определены как функции начального состояния. Все это проиллюстрировано в диссертации численным моделированием.

Ну, и, наконец, третья глава, чисто техническая, она посвящена исключительно исследованию непрерывности моментов переключения от фазовых состояний и так далее. То есть если у нас есть внутренняя точка в классе управлений, как это определил диссертант, то в этой точке моменты переключения непрерывны. Зависят эти функции непрерывно от начальных состояний.

Теперь я зачитаю, с вашего разрешения, заключение. Да, пару замечаний.

*(зачитывает замечания)*

Заключение. Указанные замечания не являются критическими и не снижают положительное впечатление от диссертации, которая является законченной научно-квалификационной работой, обладающей новизной, теоретической и практической значимостью. Диссертация выполнена лично соискателем на высоком математическом уровне. Основные результаты опубликованы, изложены, ... представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне. Представленные в диссертации результаты являются новыми, прошли серьезную апробацию и опубликованы в рецензированных научных журналах, доложены на конференциях. Содержание автореферата полно и правильно отражает основные положения диссертации. На основании изложенного считаю, что аттестационная работа Берлина Леонида Михайловича удовлетворяет требованиям положения о порядке присуждения ученых степеней, и ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Спасибо, Игорь Михайлович. Есть ли вопросы к оппоненту? Нет вопросов к оппоненту. Спасибо еще раз.

**Д.ф.-м.н. И.М. Ананьевский (официальный оппонент):**

Спасибо.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

А слово предоставляется второму оппоненту Данису Наилевичу Ибрагимову.

**Д.ф.-м.н. Д.Н. Ибрагимов (официальный оппонент):**

Добрый день, члены диссертационного совета. Наверное, я не буду совсем так же подробно разбирать, как Игорь Михайлович, работу, повторяться смысла нет.

Прежде, перед формальными какими-то вещами, отмечу, что личное знакомство с Леонидом Михайловичем прошло с очень положительными впечатлениями. Мне показалось, что это исследователь, который очень четко понимает, что он делает по работе, понимает, как он это делает, понимает, зачем. Поэтому в целом впечатление о работе, конечно же, сложилось, – и о соискателе, – очень положительные.

Если говорить о структуре работы и о ее содержании, то, конечно же, в первую очередь эту работу можно характеризовать как работу, которая решает достаточно сложную фундаментальную задачу математической теории управления – оптимальной –, в частности, исследует задачу быстродействия для системы с непрерывным временем и ограниченным управлением. Важным ее достоинством является, конечно же, структурированность по главам основных результатов. Так, можно отметить, что каждый результат этой работы, он однозначно отражен в соответствующей главе.

Но если так пройтись по содержанию, то, наверное, можно сказать, что первая глава посвящена исследованию общих свойств системы, таких как: управляемость, достижимость. Сформулированы основные необходимые условия на основе принципа максимума Понтрягина и рассмотрены вопросы отсутствия особых режимов управления, доказывающаяся единственность решения в задаче быстродействия. Собственно, что и является основным результатом этой главы, результат, который выносится на защиту по ее итогу.

Вторая глава уже посвящена построению условий, из которых можно построить оптимальное управление, которые основаны на идее невырожденности. И, мне кажется,

значимым украшением второй главы является построение аналитического решения для системы с двумя переключениями. Это действительно очень красивый результат, когда мы можем получить решение в явном виде. Это, в принципе, позволяет сравнить решение, полученное численно, с тем, что предлагается. Прямо явная формула, это редко удается сделать в теории управления. Здесь это получено. Это, мне кажется, большое достоинство работы.

Ну и, наконец, третья глава посвящена, в общем-то, исследованию непрерывной зависимости критериальной функции, отрезков промежутков времени, на которых управляющее воздействие является постоянным, – от параметров задачи. И по итогу можно сказать, что эти три главы формируют некоторое комплексное исследование всей поставленной задачи. То есть у нас определяются общие свойства системы, определяется зависимость различных критериев от параметров задачи, и предлагается, конечно же, подход, нацеленный на формирование оптимального управления в задаче быстрогодействия.

Так, что можно еще сказать? В общем-то, конечно же, данная работа соответствует указанным пунктам паспорта специальности 2.3.1. Все результаты работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях. В целом, строгость доказательств не вызывает сомнений, что, конечно же, определяет теоретическую значимость работы: то, что это закрывает некоторый пробел в теории математической, теории управления. То, что можно данные методы, теоремы, утверждения использовать для синтеза оптимального управления, определяет ее практическую значимость.

Тем не менее, конечно же, по диссертации имеется ряд замечаний. Позвольте, я их зачитаю.

*(зачитывает замечания)*

Тем не менее, данные замечания не являются критическими, не снижают научную ценность диссертации, а носят рекомендательный характер. Считаю, что данная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполнена на современном научном уровне, обладает новизной, теоретической и практической значимостью, и все результаты представленной диссертации получены соискателем лично. По итогу давайте зачитаю формальную часть.

Диссертационная работа Берлина Леонида Михайловича «Скалярное управление системой несинхронных осцилляторов по критерию быстрогодействия» соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, удовлетворяет требованиям положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Спасибо большое, Данис Наилевич. Есть ли вопросы по услышанному? Нет вопросов. Спасибо.

Теперь, Леонид Михайлович, вам слово для ответа на замечания и оппонентов, и ведущей организации, и замечания из отзывов, которые поступили на автореферат.

**Л.М. Берлин (соискатель):**

Я бы хотел отметить замечания, касаемые целых чисел с нижними индексами, и прояснить, откуда все-таки они взялись. В частности, рассматривался в явном виде класс двух переключений, то есть, соответственно, так как это случай некоторого вырождения, то есть мы берем систему, состоящую из  $2N$  уравнений для наших несинхронных осцилляторов, приводим ее к случаю, когда у нас есть ровно два переключения, и оттуда как раз мы получаем функциональные связи между всеми длительностями.

В частности, представлено на слайде: здесь, это зависимость всех длительностей, то есть  $\tau_2$ ,  $\tau_3$  через  $\tau_1$ . Причем есть некоторая совокупность, то есть у нас есть два варианта развития событий. В частности,  $z$  представляют из себя просто целые числа, и уже система приведена к такому виду, что, взяв любое целое число, оно будет описывать некоторую траекторию для класса двух переключений.

То есть мы можем параметризовать  $\tau_1$  некоторыми значениями, восстановить  $\tau_2$ ,  $\tau_3$  и, возвращаясь к исходно заданным уравнениям, понять, куда же мы нашей системой придем, то есть восстановить конечные значения  $q$  и  $p$ . Соответственно, этим значениям, в частности, соответствуют на графике зеленая, красная, оранжевая и голубая кривые. То есть это только для различных значений целых чисел.

С остальными замечаниями я полностью согласен. Большое спасибо за проведенную работу.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Хорошо. Присаживайтесь пока в зал, а мы переходим к обсуждению работы. Кто хотел бы выступить? Да, сейчас мы вас снабдим микрофоном.

**Д.ф.-м.н. А.А. Лазарев (член совета):**

Лазарев Александр Алексеевич. Вот я в последнее время постоянно думаю о связи непрерывного и дискретного управления. И, пытаюсь применить методы, которые непрерывные, – в своей области. И мне кажется, вот эти связи существуют, ну по крайней мере, через целевые функции и так далее. На мой взгляд, де-факто, он уже в успехе, профессионал. А сегодня мы де-юре подтвердим это. Я имею в виду совет. Я уверен в этом. В институте появился профессионал, профессионал, на которых все и держится (болтуны, они сами размножаются) – а на них держится. Поэтому я очень рад, что у нашего института есть будущее. Да, нужно сказать... профессионалы – их надо воспитывать! То есть, Андрею Алексеевичу низкий поклон.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Спасибо. Вот у нас еще есть желающие.

**Д.т.н. О.И. Дранко (член совета):**

Дранко Олег Иванович, член диссовета. Я бы отметил два момента. Я давно не помню работ по принципу максимума Понтрягина. В моем понимании, это очень мощный инструмент, который может решать очень широкий класс задач, но тяжелый и сложный. И то, что появилась диссертация по этой тематике, с этим инструментом, мне кажется, это очень здорово.

И второе. Когда появляются аналитические решения в явном виде, их можно исследовать уже по каким-то параметрам, и они гораздо прозрачнее, чем числовые методы. Поэтому это тоже, на мой взгляд, явное достоинство системы. Поэтому я буду, очевидно, поддерживать эту работу. Спасибо.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Спасибо, Олег Иванович. Есть еще? Есть.

**Д.т.н. Евгений Яковлевич Рубинович (ИПУ РАН):**

Коллеги, я как представитель той лаборатории, где работает Леонид, и как один из старейших сотрудников Института проблем управления, должен сказать, что Леонид к нам на лабораторию, так сказать, влился естественным образом.

Как-то вот такое впечатление, что он у нас был всегда. Чем он привлекает, как человек? Он все делает быстро. Я просто смотрю с высоты прожитых лет, что вот, а мы

когда-то там давно тоже были такими, на самом деле. И так смотришь вроде как на себя молодого.

На самом деле, значит, понятно, что математическая подготовка у этих ребят достаточно большая. Руками они умеют делать тоже все, что надо. И в компании, в такой вот научной среде, они смотрятся вполне естественно. Я считаю, что у меня родился очередной научный «внук», второй, первый был Паша Лысенко. И я как вот счастливый дед, принимаю поздравления.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Спасибо, Евгений Яковлевич. Так, есть еще желающие? Сейчас... Если желающих нет, а их, похоже, нет? Нет. Что же, тогда давайте проголосуем за то, чтобы закончить обсуждение. Кто за? Против? Нет. Воздержавшихся тоже не видно.

Ну что же, заключительное слово соискателю. Леонид Михайлович, снова просим вас на трибуну.

**Л.М. Берлин (соискатель):**

Да, я благодарю всех за теплые слова, за проведенную работу.

Отдельное, конечно, спасибо Андрею Алексеевичу. Как было указано, что шесть лет назад, я считаю, что я неправильно ответил на его вопрос: чем ты хочешь заниматься. Я сказал, что я, ну, что скажете, то и буду делать. В принципе, так оно и получилось. Вот что сказали, то и делаю. Вот поэтому я действительно благодарен за эти годы, надеюсь на дальнейшую плодотворную работу.

Большое спасибо членам ученого совета, Андрею Александровичу отдельное, за терпение, Ирине Александровне – за работу со мной, оппонентам, которые выслушали меня, прочитали работу, ценные замечания дали. Большое всем спасибо присутствующим за то, что выслушали. Спасибо большое.

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Так, хорошо, спасибо. Двигаемся дальше. Предлагается избрать счетную комиссию для проведения тайного голосования по присуждению соискателю ученой степени в следующем составе:

Председатель – Дранко Олег Иванович, члены комиссии – Буркова Ирина Владимировна и Назин Александр Викторович.

Кто за то, чтобы поддержать такой состав комиссии? Прошу голосовать. За? Против? Нет. Воздержавшихся тоже нет. Единогласно принято.

Ну что же, сейчас мы объявим технический перерыв. Андрей Александрович «прогуляется» за урной. Я буду просить членов комиссии получить бюллетени. Они уже подготовлены. Раздать, посчитать. Ну а членов совета приступить к голосованию, счетную комиссию к исполнению обязанностей. Сейчас пока технический перерыв. Мы принесем урну и затем возобновим мероприятие.

*(технический перерыв)*

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Все, продолжаем. Члены счетной комиссии работают, члены совета голосуют.

*(идет раздача бюллетеней, голосование, сбор бюллетеней и подсчет голосов)*

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Так, уважаемые коллеги, прошу занять свои места. Похоже, что счетная комиссия закончила свою работу, и слово предоставляется ее председателю Олегу Ивановичу Дранко.

**Д.т.н. О.И. Дранко (член совета, председатель счетной комиссии):**

Добрый день уважаемые члены ученого совета, добрый день гости. Счетная комиссия в составе: Дранко Олега Ивановича, Бурковой Ирины Владимировны и Назина Александра Викторовича провела подсчет голосов. Четыре бюллетеня не роздано, роздано 13 бюллетеней. В урне оказалось 13 бюллетеней. Из них «за» – 12, «против» – 0, и недействителен – один, просто очень неаккуратно отмечено, кто-то очень неаккуратно отметил один бюллетень. Подписи на протоколе имеются. Бюллетени в конверте запечатаны. Вопросы?

**Д.ф.-м.н. М.В. Хлебников (председатель совета):**

Да, есть ли вопросы по озвученному? Нет.

Тогда мы должны утвердить протокол голосования. Кто за? Против? Не видать, воздержавшихся тоже нет. Ну что же, мы утвердили. Переходим к обсуждению заключения по диссертационной работе Леонида Михайловича Берлина. Вам всем был роздан проект заключения. Какие имеются по нему правки, замечания разного рода? Самое время их высказать.

Судя по всему, замечаний нет. Тогда мы голосуем за то, чтобы принять проект заключения в текущей редакции. Прошу голосовать, кто за это предложение? А кто против? Нет таких. Воздержавшихся тоже нет. Ну что же, вот теперь мы можем от имени совета поздравить Леонида Михайловича с успешной защитой и пожелать ему дальнейших успехов.

Ну, а на этом заседание диссертационного совета закончено. Всем большое спасибо, Леонид Михайлович, поздравляю.

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



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

Секретарь диссертационного совета  
24.1.107.02, к.ф.-м.н.

С.А. Краснова

М.В. Хлебников

А.А. Тремба

27.05.2026