

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
24.2.422.04, созданного на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский
государственный университет» Министерства науки и высшего
образования Российской Федерации, по диссертации на соискание
ученой степени доктора наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 28.05.2025 г. № 6

О присуждении Лутошкину Игорю Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Разработка, анализ и применение оптимизационных динамических моделей экономических систем с запаздыванием» по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 17 февраля 2025 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.2.422.04, созданным на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 432017, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, д. 42, утвержденного приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) Министерства образования и науки Российской Федерации № 1100/нк от 23 мая 2023 г.

Соискатель Лутошкин Игорь Викторович, 4 апреля 1974 года рождения. В 1997 году Лутошкин И.В. окончил «Московский государственный университет им М.В. Ломоносова» по специальности «Прикладная математика».

В 2000 году Лутошкин И.В. окончил аспирантуру Ульяновского государственного университета по научной специальности 01.01.09 – Математическая кибернетика.

Диссертацию на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук «Метод параметризации и его использование в вырожденных задачах» защитил в 2000 г. в совете К 053.37.03 при Ульяновском государственном университете.

Лутошкин И.В. работает в должности заведующего кафедрой цифровой экономики ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет» (основное место работы); работает в должности старшего научного сотрудника научно-исследовательского технологического института имени С.П. Капицы ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет» (по совместительству).

Диссертация выполнена на кафедре цифровой экономики в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор, Горбунов Владимир Константинович, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», кафедра цифровой экономики, профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

1. Вельмисов Петр Александрович – доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», кафедра “Высшая математика”, профессор кафедры;

2. Леонтьев Виктор Леонтьевич – доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Передовая инженерная школа “Цифровой инжиниринг”, профессор Высшей школы передовых цифровых технологий, профессор;

3. Сараев Леонид Александрович – доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», кафедра математики и бизнес-информатики, профессор кафедры,

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН» в своем положительном отзыве, подписанном Толстоноговым Александром Александровичем, доктором физико-математических наук, член-корреспондентом РАН, заведующим отделением Эволюционных уравнений и управляемых динамических систем ИДСТУ СО РАН, и утвержденном Бычковым Игорем Вячеславовичем, доктором

технических наук, академиком РАН, директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения РАН, указала, что научная новизна полученных результатов состоит в разработке и обосновании модифицированного метода параметризации для решения задач оптимального управления с точечным и распределенным запаздыванием, а также концепции его программной реализации. Разработан новый класс оптимизационных моделей управления производственными, организационно-техническими и экономическими динамическими системами.

Практическое применение метода параметризации к прикладным моделям динамической оптимизации базируется на его численной реализации, для которой диссертант предложил концепцию построения программных средств, реализованную в виде программно-ориентированного комплекса.

Актуальность теоретических и прикладных результатов диссертации подтверждена грантами РФФИ, внедрением в деятельность ПАО «Ил»-Авиастар, администрации Губернатора Ульяновской области, в технологических разработках и учебном процессе Ульяновского государственного университета, пятью свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ.

Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы к применению в теоретических и прикладных исследованиях в научных организациях, таких как ИПМех РАН, ИДСТУ СО РАН и др., в органах управления регионом, на производственных предприятиях, выпускающих высокотехнологичную продукцию, таких как ПАО «Ил»-Авиастар и др., в торговых компаниях для оценки и формирования спроса.

Докторская диссертация И.В. Лутошкина является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной проблемы по разработке новых математических методов моделирования и алгоритмов решения оптимизационных задач с запаздыванием в производственных и социо-экономических системах. Работу можно квалифицировать как новое достаточно крупное научное достижение.

Представленная работа по форме и содержанию соответствует требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней»,

утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а её автор, Лутошкин Игорь Викторович, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

По результатам диссертационного исследования опубликовано 67 научных работ, из них: 25 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов докторских диссертаций, 17 из которых опубликованы в научных журналах, входящих в международные реферативные базы WoS и Scopus; изданы 3 монографии; получено 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ; 34 публикации в журналах и сборниках конференций.

Приведенные в диссертации сведения являются достоверными, публикации отражают основные результаты проведенного диссертационного исследования. Общий объем работ – 32,81 п.л., вклад соискателя – 24,6 п.л.

Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

1. Горбунов, В. К. Развитие и опыт применения метода параметризации в вырожденных задачах динамической оптимизации / В. К. Горбунов, И. В. Лутошкин // Известия РАН. Сер. Теория и системы управления. – 2004. – № 5. – С. 67-84. (ВАК, RSCI, Scopus - Q3, WoS)

2. Лутошкин, И. В. Оптимизация нелинейных систем с интегро-дифференциальными связями методом параметризации / И. В. Лутошкин // Известия Иркутского государственного университета. Сер. “Математика”. – 2011. – Т. 4. № 1. – С. 44-56. (ВАК, RSCI)

3. Лутошкин, И. В. Применение метода параметризации для дифференциально-алгебраических систем с точечным запаздыванием / И. В. Лутошкин, А. И. Девиен // Автоматизация процессов управления. – 2013. – Т. 4. № 1. – С. 21-25. (ВАК)

4. Лутошкин, И. В. Метод параметризации для оптимизации систем, представляемых интегро-дифференциальными уравнениями / И. В. Лутошкин, И. Е. Дергунов // Журнал Средневолжского математического общества. – 2010. – Т. 12, № 4. – С. 110-119. (ВАК)

5. Лутошкин, И. В. Optimal solution in the model of control over an economic system in the condition of a mass disease / И. В. Лутошкин, М. С. Рыбина // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия :

Математика. Механика. Информатика. – 2023. – Т. 23. вып. 2. – С. 264-273. – <https://doi.org/10.18500/1816-9791-2023-23-2-264-273>, EDN: BTQTSМ (ВАК, RSCI, Scopus - Q3, WoS)

6. Лутошкин, И. В. Оптимизация в модели управления социально-экономической системой в условиях массового заболевания / И. В. Лутошкин, М. С. Рыбина // Известия Иркутского государственного университета. Серия Математика. – 2024. – Т. 49. – С. 16–31. – <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2024.49.16> (ВАК - K1, RSCI, Scopus - Q2, WoS)

7. Лутошкин, И. В. Метод параметризации для моделирования управляемых систем с точечным запаздыванием / И. В. Лутошкин, А. И. Тонких // Автоматизация процессов управления. – 2010. – № 4 (22). – С. 21-25. (ВАК)

8. Лутошкин, И. В. Развитие метода параметризации для решения задач оптимального управления и разработка концепции программного комплекса / И. В. Лутошкин, А. Г. Чекмарев // Журнал Средневолжского математического общества. – 2024. – Т. 26, № 3. – С. 260–279. – <https://doi.org/10.15507/2079-6900.26.202403.260-279> (ВАК - K2, Scopus - Q3)

9. Лутошкин, И. В. Принцип максимума в задаче управления рекламными расходами с распределенным запаздыванием / И. В. Лутошкин, Н. Р. Ямалтдинова // Журнал Средневолжского математического общества – 2015. – Т. 17, № 4. – С. 96-104. (ВАК)

10. Лутошкин, И. В. Существование решения задачи управления рекламными расходами с распределенным запаздыванием / И. В. Лутошкин, Н. Р. Ямалтдинова // Известия Иркутского государственного университета. Сер. "Математика". – 2016. – Т. 18. – С. 48-59. (ВАК, RSCI)

11. Лутошкин, И. В. Математическая модель управления многоканальной рекламой с эффектом распределенной отдачи / И. В. Лутошкин, Н. Р. Ямалтдинова // Вестник ЮУрГУ. Серия "Математическое моделирование и программирование" (Вестник ЮУрГУ ММП). – 2019. – Т. 12, № 4. – С. 52–66. – <https://doi.org/10.14529/mmp190404> (ВАК, Scopus - Q3, WoS)

12. Лутошкин, И. В. Модель межцехового планирования с учетом производственных ограничений на примере авиастроительного предприятия / И. В. Лутошкин, М. Н. Ярдаева // Известия Самарского научного центра РАН – 2016. – Т. 18. № 4-3. – С. 505-509. (ВАК)

13. Полянсков, Ю. В. Автоматизация процесса прогнозирования трудоёмкости проектирования и изготовления станочных приспособлений для механообработки самолетных деталей / Ю. В. Полянсков, И. В. Лутошкин, А. А. Блюменштейн // Известия Самарского научного центра РАН – 2016. – Т. 18. № 4-3. – С. 525-528. (BAK)
14. An integrated model as a tool for implementing an enterprise management method / S. V. Lipatova, M. N. Yardaeva, I. V. Lutoshkin, Yu. V. Polyanskov // Journal of Physics: Conference Series 1333 (2019) 072015 – <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1333/7/072015> (Scopus, WoS)
15. Digital enterprise comprehensive evaluation / Yu. V. Polyanskov, M. N. Yardaeva, S. V. Lipatova, I. V. Lutoshkin // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 971 (2020) 032097 – <https://doi.org/10.1088/1757-899X/971/3/032097> (Scopus, WoS)
16. Gorbunov, V. The parameterization method in singular differential-algebraic equations / V. Gorbunov, I. Lutoshkin // Computational Science (ICCS 2003) / eds. P. Slot [et al.]. – LNCS 2658. – Springer, 2003. – pp. 483-491. (BAK, Scopus - Q2, WoS)
17. Gorbunov, V. The parameterization method in optimal control problems and differential-algebraic equations/ V. Gorbunov, I. Lutoshkin // Journal of computational and applied mathematics. – Elsevier, 2006. – V. 185, Iss. 2. – pp. 377–390. (BAK, Scopus - Q2, WoS)
18. Gorbunov, V. K. A parametrization method for the numerical solution of singular differential equations / V. K. Gorbunov, I. V. Lutoshkin, Y. V. Martynenko // Applied Numerical Mathematics. – 2009. – № 59. – pp. 639–655. (BAK, Scopus - Q2, WoS)
19. Lutoshkin, I. V. The dynamic model of advertising costs / I. V. Lutoshkin, N. R. Yamaltdinova // Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research. – 2018. – V. 52. № 1. – pp. 201-213. (BAK, Scopus - Q3, WoS)
20. The Mathematical Model for Describing the Principles of Enterprise Management «Just in Time, Design to Cost, Risks Management»/ I. Lutoshkin, S. Lipatova, Y. Polyanskov [et al] // Recent Research in Control Engineering and Decision Making. ICIT 2019. Studies in Systems, Decision and Control. – 2019. – V. 199. – Springer, Cham. – pp. 682–695. – https://doi.org/10.1007/978-3-030-12072-6_55 (BAK, Scopus, WoS)

21. Lutoshkin, I. V. Model of control over cutting tool demand in a machining shop / I. Lutoshkin, A. Madanov, Y. Polyanskov // MATEC Web of Conferences / International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2018) – 2018. – V. 224. № 01083. – pp. 1-5. – <https://doi.org/10.1051/matecconf/201822401083> (Scopus, WoS)
22. Lutoshkin, I. V. The dynamic model of advertising costs with continuously distributed lags / I. V. Lutoshkin, N. R. Yamaltdinova // CEUR-WS. – 2018 – V. 2018. – pp. 103-112. (Scopus, WoS)
23. Lutoshkin, I. V. Dynamic model of real investment with lags. / I. V. Lutoshkin, N. R. Yamaltdinova // Journal of Physics: Conference Series. 1353 012128, – 2019. – pp. 1-7. – <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1353/1/012128> (Scopus, WoS)
24. Model of production schedule modification assessment for digital production management systems/ Y. Polyanskov, I. Lutoshkin, M. Yardaeva, S. Lipatova // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 497 (2019) 012082 IOP Publishing. – <https://doi.org/10.1088/1757-899X/497/1/012082> (Scopus, WoS)
25. Polyanskov Y. V. The model of choice of machine retaining devices for technological preparation of production / Y. V. Polyanskov, I. V. Lutoshkin, A. A. Blyumenshteyn / Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference "Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering - APITECH-2019". – 2019. – 33063. – <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1399/3/033063> (Scopus, WoS)
26. Лутошкин И. В. Система управления процессами цифрового производства высокотехнологичных изделий на базе комплексной модели оценки деятельности предприятия: монография / Ю. В. Полянсков, И. В. Лутошкин, С. В. Липатова [и др.]. – Ульяновск : УлГУ, 2021. – 259 с. – ISBN 978-5-88866-848-1 – 30 п. л. (в т.ч. авт. – 4,29 п. л.)
27. Лутошкин И. В. Динамические модели экономических систем и методы их анализа : монография / И. В. Лутошкин. – Ульяновск : УлГУ, 2024. – 188 с.
28. Лутошкин И. В. Новая экономическая реальность: задачи и решения : монография / под редакцией Е. М. Белого. – Ульяновск : УлГУ, 2022. – 236 с. – ISBN 978-5-88866-909-9 – 14 п. л. (в т.ч. авт. – 0,69 п. л.)
29. Липатова С. В., Лутошкин И. В., Ярдаева М. Н. Программа

формирования структуры комплексной модели для оценки деятельности предприятия. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018662087. Дата рег.: 27.09.2018. Заявка № 2018619515 от 10.09.2018.

30. Липатова С. В., Лутошкин И. В., Ярдаева М. Н. Программа формирования структуры КРІ предприятия и ведения базы их значений. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018662135. Дата рег.: 27.09.2018. Заявка № 2018619513 от 10.09.2018.

31. Липатова С. В., Мартыненко Ю. В., Ярдаева М. Н., Лутошкин И. В., Чувашлова М. В. Программа построения когнитивной карты взаимосвязей между внутренними факторами деятельности предприятия и факторами внешней среды. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019662689. Дата рег.: 01.10.2019. Заявка № 2019661505 от 18.09.2019.

32. Лутошкин И. В., Чекмарев А. Г. Программа численного решения задач оптимального управления методом параметризации управления. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023681809. Дата рег.: 18.10.2023. Заявка № 2023680653 от 10.10.2023.

33. Ямалтдинова Н. Р., Лутошкин И. В. Численные методы решения задач оптимизации рекламных затрат в динамических моделях рекламных затрат с распределенным запаздыванием. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018662134. Дата рег.: 27.09.2018. Заявка № 2018619515 от 10.09.2018.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы от:

1. Ведущей организации, где в качестве замечания указано, что:

1) Постановка задачи оптимального управления (с. 30) содержит предположение о её разрешимости в классе кусочно-непрерывных управлений (т. е. существования оптимального процесса с таким свойством). Но в действительности это предположение для метода параметризации излишне: его численная реализация в приложениях нацелена на достижение сколь угодно точно нижней грани целевого функционала рассматриваемой задачи, если терминальные ограничения отсутствуют, а при их наличии – на достижение нижней грани функционала в расширенной (возмущенной) задаче с ослабленными терминальными ограничениями. Этот факт автор подробно разбирает в § 1.4, где введено условие аппроксимации (УА).

2) Качественный анализ двухсекторных моделей с запаздыванием в § 3.1 ограничивается принципом максимума Понтрягина для неособых (релейных) управлений. Между тем хорошо известно, что в прототипах этих моделей без запаздывания, с достаточно большим временным горизонтом планирования оптимальное решение обладает магистральным свойством (его траектория подавляющую часть времени проходит по множеству особо благоприятному для оптимума, или в его окрестности). Однако в анализе диссертации это интересное свойство даже не упоминается. Между тем вопрос о его наличии в какой-то форме в моделях с запаздыванием представляется весьма важным.

3) При интерпретации результатов численных расчетов по моделям оптимизации в главе 5 автор употребляет термин «оптимальное решение (процесс)». Но в действительности речь идет о приближенно оптимальном решении (квазиоптимали) – см. замечание 1). Эта неточность достаточно распространена в литературе.

2. Оппонента Вельмисова Петра Александровича, отзыв положительный, с замечаниями:

1) В параграфе 1.3 развивается метод параметризации для задач оптимального управления с интегро-дифференциальными уравнениями, однако в явном виде применение этого варианта метода параметризации отсутствует при численном анализе моделей в пятой главе.

2) В задаче нелинейного программирования (1.10) вводятся переменные w_0^k , $w_{0,0}^k$. Судя по всему, оба вида переменных означают моменты переключения управления. В чем смысл разного обозначения этих переменных?

3) После параметризации исходной задачи (1.1)-(1.4) полученная задача (1.10) какими свойствами обладает? Является ли она выпуклой?

3. Оппонента Леонтьева Виктора Леонтьевича, отзыв положительный, с замечаниями:

1) В теореме 2 (стр. 38-39) приводятся формулы (1.22)-(1.24) для вычисления производных второго порядка. При этом в доказательстве теоремы 2 дается альтернативный способ вычисления вторых вариаций по формулам (1.28)-(1.31) и на этой основе – частных производных второго порядка. На стр. 41 диссертации делается вывод о том, что альтернативный

способ имеет повышенную трудоемкость. Однако, если использовать технологию параллельных вычислений, то алгоритм нахождения производных на основе формул (1.28)-(1.31) может быть существенно более рациональным.

2) В доказательстве теоремы 4 при формировании итогового выражения для $\partial\varphi(w^1, \dots, w^N)/\partial t_k$ интеграл от суммы двух скалярных произведений полагается равным нулю без обоснования. Также рекомендуется показать основные шаги преобразований при получении формулы (1.86) с использованием соотношений (1.74), (1.84).

3) В автореферате диссертации не раскрываются аббревиатуры ОУ, НП. В Заключение использован термин “постоянное запаздывание”, по-видимому, вместо термина “точечное запаздывание”.

4. Оппонента Сараева Леонида Александровича, отзыв положительный, с замечаниями:

1) Частные случаи модели принципов управления предприятием (модификация производственного плана, управление потребностью в режущем инструменте) представляют собой отдельный практический и научный интерес, выходящий за рамки применения единого подхода в диссертации. Данные модели являются конечномерными задачами оптимизации, что не позволяет применять к ним метод параметризации. Для более цельного изложения диссертации эти модели можно исключить, тем более они не выносятся в положения на защиту.

2) Модель выбора оснастки не верифицируется на основе экспериментальных или реальных данных и рассматривается только в теоретическом аспекте.

5. Бурдиной Анны Анатольевны, доктора экономических наук, профессора, профессора кафедры «Инновационная экономика, финансы и управление проектами», ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». Отзыв на автореферат положительный, с замечанием: в автореферате не представлена математическая форма модели принципов управления, что затрудняет восприятие описываемой модели.

6. Кузнецова Юрия Алексеевича, доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры математического моделирования экономических процессов, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского». Отзыв на автореферат положительный, с замечаниями:

1) Во фрагменте текста автореферата (С.19 автореферата), посвященного задаче нелинейного программирования (7), не определены и не описаны введенные там параметры w_0^k , $w_{0,0}^k$, T^* ; не пояснен смысл неравенства $w_0^{k-1} \leq w_0^k$.

2) При описании свойств модели (С. 27 автореферата) в пункте 4 формулируется некоторое утверждение «При дальнейшем увеличении рекламы может произойти уменьшение отдачи». Какой смысл вкладывается автором в это утверждение?

7. Паламарчук Екатерины Сергеевны, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника Международной лаборатории стохастического анализа и его приложений, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Отзыв на автореферат положительный, с замечаниями: автор рассматривает воздействие неопределенности, вводя случайные переменные, при этом интересно было бы посмотреть, возможно ли обобщение на ситуацию, когда само запаздывание в моделях является случайным.

8. Сидорова Николая Александровича, доктора физико-математических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, профессора кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений института математики и информационных систем ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет». Отзыв на автореферат положительный, без замечаний.

9. Орлова Александра Ивановича, доктора технических наук, доктора экономических наук, профессора, профессора кафедры «Экономика и организация производства», ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана». Отзыв на автореферат положительный, с замечанием (обсуждение): Информация в РФ по ситуации с COVID-19 была достаточно противоречивой. Как оценивались параметры в модели управления экономикой в условиях массового заболевания для случая с COVID-19?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией, известностью и достижениями в области математического моделирования динамических процессов,

описываемых дифференциальными уравнениями, в том числе с запаздыванием, численных методов решения оптимизационных динамических задач и разработки комплексов объектно-ориентированных программ для численного исследования оптимизационных динамических задач, описываемых дифференциальными уравнениями, а также наличием публикаций в ведущих рецензируемых изданиях и способностью определить научную новизну и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- *разработаны* новые модели экономических систем, представленные в терминах задач оптимального управления с точечным запаздыванием: класс моделей управления организационно-техническими системами; двухсекторная модель управления производственными инвестициями в экономике с запаздыванием как в управлении, так и в фазовых переменных; класс моделей управления экономической системой в условиях массового заболевания с учетом социальных и экономических показателей;

- *разработаны* модели экономических систем, представленные в терминах задач оптимального управления с распределенным запаздыванием: инвестиционная модель производственной компании; обобщенная модель построения рекламных стратегий;

- *разработан* метод параметризации для решения задач оптимального управления, содержащих дифференциальные связи с точечным запаздыванием;

- *разработан* метод параметризации для решения задач оптимального управления, содержащих интегро-дифференциальные связи;

- *дано* обоснование сходимости метода параметризации по функционалу задачи оптимального управления, учитывающей запаздывание. Доказывается сходимость при сгущении узлов искомого сплайна (параметризованного управления);

- *разработана* концепция построения программных средств для реализации метода параметризации, ориентированного на решение задач оптимального управления, учитывающих запаздывание в дифференциальных уравнениях как по фазовым переменным, так и по управляющим;

– *реализован* проблемно-ориентированный программный комплекс, предназначенный для решения задач оптимального управления с точечным и распределенным запаздыванием как в фазовых, так и в управляющих переменных.

Теоретическая значимость исследования обоснована разработкой нового численного метода, позволяющего на основании единого подхода решать эффективно задачи оптимального управления, содержащие: дифференциальные уравнения; интегро-дифференциальные уравнения; параметры, требующие оптимизации. Разработан новый класс моделей, позволяющих учитывать запаздывающий эффект в управлении производственными, организационно-техническими, экономическими динамическими системами: инвестиционные модели, модели построения рекламных стратегий, модели управления экономикой в условиях массового заболевания, модели формализации принципов менеджмента.

Достоверность выводов и результатов исследования обеспечена корректным применением методов исследования, предполагающих доказательность теоретических выводов и их верификацию по наблюдениям/измерениям характеристик моделируемого объекта, использованием численных методов, методов программирования, апробацией выводов диссертации.

Все основные результаты, представленные в диссертации, установлены автором самостоятельно. Разработан численный метод решения задач оптимального управления (метод параметризации) для задач, содержащих дифференциальные связи с точечным запаздыванием и распределенным запаздыванием. Предлагаемые оптимизационные модели экономической динамики разработаны автором либо полностью самостоятельно, либо в соавторстве. Разработка программного комплекса осуществлялась соискателем самостоятельно. Постановка и проведение вычислительных экспериментов выполнены соискателем либо полностью самостоятельно, либо в соавторстве. При этом вклад диссертанта в полученные результаты являлся определяющим.

Диссертация Лутошкина И.В. является законченной самостоятельной, обладающей внутренним единством, научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработан

единый подход к решению задач оптимального управления достаточно общего вида: без запаздывания, с точечным запаздыванием, с распределенным запаздыванием. На основе предлагаемого подхода к решению задач оптимального управления создан программный комплекс. Также разработаны новые модели экономических систем, учитывающих эффект запаздывания: класс моделей управления организационно-техническими системами; двухсекторная модель управления производственными инвестициями в экономике с запаздыванием как в управлении, так и в фазовых переменных; класс моделей управления экономической системой в условиях массового заболевания с учетом социальных и экономических показателей; инвестиционная модель производственной компании; обобщенная модель построения рекламных стратегий. Полученные в диссертации результаты расширяют область применения метода математического моделирования в различных отраслях производства и управления социально-экономическими процессами.

В ходе защиты диссертации критических замечаний не было высказано. Соискатель Лутошкин И.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию на основании полученных в диссертационном исследовании результатов.

Диссертационный совет считает, что представленная диссертационная работа соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней, изложенным в п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

На заседании 28 мая 2025 г. диссертационный совет 24.2.422.04 принял решение присудить Лутошкину Игорю Викторовичу ученую степень доктора физико-математических наук за разработку теоретических положений в области моделирования и анализа оптимизационных динамических процессов, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, включающее решение ряда актуальных задач: разработка новых моделей с точечным и распределенным запаздыванием, создание единого подхода к решению задач оптимального управления с точечным и распределенным запаздыванием, разработка численных методов и

комплексов программ для исследования задач оптимального управления с учетом запаздывания.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 6 докторов наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки), участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав диссертационного совета, (дополнительно введенных на защиту не было), проголосовали: за присуждение учёной степени – 11, против присуждения учёной степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета

24.2.422.04



Бутов Александр Александрович

Ученый секретарь

диссертационного совета

24.2.422.04

28 мая 2025 г.



Волков Максим Анатольевич