

**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 15 мая 2025 г., № 5

О присуждении **Ласточкину Константину Андреевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Адаптивные наблюдатели физических состояний линейных динамических систем» по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» принята к защите 27 февраля 2025 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.1.107.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, 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 Ласточкин Константин Андреевич, 31.05.1998 года рождения, в 2022 г. с отличием окончил магистратуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (НИТУ «МИСИС») по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», и с октября 2022 года обучается в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (далее ИПУ РАН). В настоящее время работает младшим научным сотрудником в ИПУ РАН в лаборатории № 7 «Адаптивных и робастных систем им. Я.З. Цыпкина».

Диссертация выполнена в лаборатории № 7 «Адаптивных и робастных систем им. Я.З. Цыпкина» Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент **Глущенко Антон Игоревич**, ведущий научный сотрудник лаборатории № 7 «Адаптивных и робастных систем им. Я.З. Цыпкина» ИПУ РАН.

Официальные оппоненты:

Бобцов Алексей Алексеевич, доктор технических наук, профессор, директор мегафакультета компьютерных технологий и управления Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Фомичев Василий Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой нелинейных динамических систем и процессов управления факультета вычислительной математики и кибернетики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждения науки «Институт проблем машиноведения Российской академии наук» (ИПМаш РАН, г. Санкт Петербург) в своем положительном отзыве, подписанном ведущим научным сотрудником лаборатории «Адаптивное и интеллектуальное управление сетевыми и распределенными системами», доктором технических наук **Гушиным Павлом Александровичем**, и утвержденным директором ИПМаш РАН доктором технических наук **Полянским Владимиром Анатольевичем**, указала, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена научная проблема оценивания физических, а не виртуальных состояний линейных динамических систем с неизвестными параметрами, представленных в произвольной форме пространства координат состояния. Поставленная цель диссертационного исследования достигнута, соответствующие задачи решены на достаточно высоком научном уровне. Результаты диссертационного исследования рекомендуются к использованию при проектировании систем диагностики и управления различными техническими системами в ситуации, когда измерения физических состояний различных систем технически невозможно или экономически нецелесообразно, а также в образовательном процессе по направлениям подготовки «Прикладная математика», «Управление в технических системах», «Автоматизация технологических процессов и производств».

Заключение ведущей организации имеет следующие замечания:

1) В главе 4 в теореме 4.2 сделано предположение о том, что некоторый скалярный регрессор является неинтегрируемым с квадратом. Что можно сказать о свойствах замкнутой системы оценивания в случае, если такое требование не выполняется?

2) Требование допущения 1.7 о том, что возмущение может быть продифференцировано n раз выглядит ограничительным.

Отмечено, что указанные замечания не имеют принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку выполненной работы.

В отзывах оппонентов имеются следующие замечания:

В отзыве А.А. Бобцова:

1. В диссертационной работе рассматриваются линейные динамические системы с одним входом и одним измеряемым выходом. Существует ли сложность распространения полученных результатов на класс многоканальных линейных динамических систем?

2. В диссертации делается допущение, что неизвестные параметры являются постоянными. Однако остается открытым вопрос чувствительности предлагаемых алгоритмов идентификации параметров к малым изменениям неизвестных параметров.

В отзыве В.В. Фомичева:

1. После прочтения работы осталось не ясно, какие свойства гарантируют предложенные наблюдатели в ситуации, когда выход системы измеряется с помехой.

2. В третьей главе сходимость ошибок оценивания физических состояний доказана при выполнении условия конечного возбуждения регрессора. При этом в четвертой главе для доказательства сходимости ошибок оценивания физических состояний используется более строгое условие постоянного возбуждения регрессора. Чем вызвано использование в главе четыре более строгого условия?

3. Замечание по структуре работы. На мой взгляд, стоило привести доказательства теорем, лемм и утверждений непосредственно после самих формулировок, а не выносить их в приложение диссертационной работы. Следует более точно формулировать некоторые Допущения (так в Допущении 1.5 видимо надо добавить требование на спектр матрицы Γ).

Сделанные замечания не ставят под сомнение результаты диссертационной работы Ласточкина К.А. и носят уточняющий характер.

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

По теме диссертации опубликовано 9 работ, из них 4 публикации – в изданиях, индексируемых в международных базах данных, приравненных к журналам категории K1 Перечня ВАК, и 5 публикаций – в сборниках трудов международных и всероссийских конференций. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах отсутствуют.

Наиболее значимые публикации из числа рецензируемых изданий:

Глущенко А.И., Ласточкин К. А. Адаптивный наблюдатель состояний и возмущений линейных систем с перепараметризацией // Автоматика и телемеханика. – 2023. – №. 11. – С. 115-146.

Glushchenko A., Lastochkin K. Monotonous Parameter Estimation of One Class of Nonlinearly Parameterized Regressions without Overparameterization // Automatica. – 2024. – Vol. 163. – P. 111561.

Glushchenko A., Lastochkin K. Exponentially Stable Adaptive Observation for Systems Parameterized by Unknown Physical Parameters // IEEE Transactions on Automatic Control. – 2024. – Vol. 69. – No. 8. – P. 5635-5642.

Glushchenko A., Lastochkin K. Instrumental Variables based DREM for Online Asymptotic Identification of Perturbed Linear Systems // IEEE Transactions on Automatic Control. – 2025. – Vol.70. – No.2. – P. 1320-1327.

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

1. Отзыв на автореферат доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой фундаментальной информатики и искусственного интеллекта ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет» **Воронина Александра Александровича** содержит следующие замечания:

- Для лучшего понимания определения 1 в автореферате не хватает небольшого примера.
- Из текста автореферата не ясно, исходя из каких соображений производится выбор конкретного вида инструментальной переменной при синтезе наблюдателя в главе 4.

2. Отзыв на автореферат доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры системного программирования математикомеханического факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» **Граничина Олега Николаевича** содержит следующие замечания:

- В формуле (31б) отношение производной функции $F(t)$ к самой функции можно было бы записать в явном виде, поскольку определение $F(t)$ дано под (31б).
- На стр.20 автореферата лемма имеет неверный номер.

3. Отзыв на автореферат доктора технических наук, доцента, профессора кафедры программирования и информационных технологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» **Дылевского Александра Вячеславовича**, содержит следующее замечание:

- Из текста автореферата не совсем понятно насколько ограничительным является предположение 3 о свойствах возмущения в регрессионном уравнении (39).
4. Отзыв на автореферат доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Прикладная математика» Арзамасского политехнического института (филиала) ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» **Пакшина Павла Владимировича** содержит следующие замечания:
- Из текста автореферата неясно, каким образом и, исходя из каких соображений, выбирается коэффициент усиления для выражения (12).
 - Что можно сказать о получаемых оценках вектора состояний системы, если упомянутый в теореме 3 регрессор M_k будет квадратично интегрируемым? Как проверить условие, накладываемое в теореме 3 на этот регрессор?
5. Отзыв на автореферат доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Автоматика» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» **Юркевича Валерия Дмитриевича** содержит следующие замечания:
- На странице 12 автореферата в формулировке для Допущения 7 отмечается, что известна функция $\mu(t)$. Отсутствует пояснение для нахождения указанной функции $\mu(t)$.
 - Неясно, какую роль играет Допущение 7 и функция $\lambda(t)$ в последующем анализе, а также условие «для всех t_i ». Какому множеству принадлежит t_i ?

Во всех отзывах отмечено, что приведенные замечания не снижают общую высокую оценку диссертационной работы. На замечания соискателем даны ответы в ходе заседания.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработан** алгоритм, позволяющий идентифицировать значения функций от параметров нелинейных по параметрам регрессионных уравнений;
- **предложен** метод построения адаптивных дифференциальных и алгебраических наблюдателей физических состояний линейных систем, позволяющий восстанавливать координаты состояния в ситуации, когда неизвестные параметры в математической модели системы умножены на неизмеряемые сигналы;
- **предложен** метод построения адаптивных наблюдателей физических состояний линейных систем, обеспечивающий восстановление координат

состояний системы в ситуации, когда неизвестные параметры в математической модели системы умножены на неизмеряемые сигналы, а на систему действует возмущение с неизвестной динамической моделью.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **предложено** решение актуальной научной задачи адаптивного восстановления физических состояний линейных динамических систем с неизвестными параметрами в условиях действия возмущений с неизвестной динамической моделью;
- **доказана** теорема, описывающая и доказывающая свойства предложенного алгоритма идентификации значений функций от параметров нелинейных по параметрам регрессионных уравнений;
- **доказаны** теоремы, обосновывающие способность адаптивных дифференциальных и алгебраических наблюдателей, конструируемых по предложенному методу, асимптотически восстанавливать физические состояния линейных динамических систем в ситуации, когда неизвестные параметры системы умножены на неизмеряемые сигналы;
- **доказана** теорема, обосновывающая способность адаптивных наблюдателей, конструируемых по предложенному методу, асимптотически восстанавливать физические состояния линейных динамических систем в ситуации, когда неизвестные параметры системы умножены на неизмеряемые сигналы и на систему действуют возмущения с неизвестной динамической моделью.

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

- **определены** классы динамических систем, допускающих использование предложенных адаптивных наблюдателей физических состояний.

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 базируются на потребности устранения недостатков существующих методов и алгоритмов построения адаптивных наблюдателей физических состояний класса линейных динамических систем с неизвестными параметрами;
- 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. Из совместных

публикаций в диссертацию включен только тот материал, который непосредственно принадлежит соискателю.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель Ласточкин К.А. полно ответил на заданные вопросы.

На заседании 15 мая 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Ласточкину К.А. ученую степень кандидата физико-математических наук за решение актуальной научной задачи адаптивного восстановления физических состояний линейных динамических систем с неизвестными параметрами, имеющей существенное значение для развития теории автоматического управления.

При проведении тайного голосования по вопросу о присуждении Ласточкину Константину Андреевичу ученой степени кандидата физико-математических наук диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

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



Краснова С.А.

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

Хлебников М.В.

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

Тремба А.А.

15 мая 2025 года