

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА МГУ.011.8  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

Решение диссертационного совета от «12» апреля 2023 г. № 5

О присуждении Каменщикову Михаилу Александровичу,  
гражданину Российской Федерации,  
учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Методы построения оптимальных наблюдателей пониженного порядка для линейных стационарных динамических систем» по специальности 1.1.2 — «Дифференциальные уравнения и математическая физика» (физико-математические науки) принята к защите диссертационным советом 01 марта 2023 года, протокол № 3.

Соискатель **Каменщиков Михаил Александрович** 1994 года рождения, гражданин Российской Федерации.

**в 2018** году с отличием окончил магистратуру ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», факультет вычислительной математики и кибернетики, кафедра нелинейных динамических систем и процессов управления (направление 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», степень «МАГИСТР», диплом об окончании магистратуры № ААК 2602386).

**В 2022** году окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», факультет вычислительной математики и кибернетики, кафедра нелинейных динамических систем и процессов управления (научная специальность «Математика и механика», направленность «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление», свидетельство об окончании аспирантуры № АС 003430). Во время обучения в аспирантуре на полную ставку не работал.

Соискатель работает в ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», факультет вычислительной математики и кибернетики, кафедра нелинейных динамических систем и процессов управления младшим научным сотрудником, с января 2023 г. по настоящее время.

**Диссертация выполнена** в ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», на факультете вычислительной математики и кибернетики, на кафедре нелинейных динамических систем и процессов управления.

**Научный руководитель:** доктор физико-математических наук **Фомичев Василий Владимирович**, 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».

### **Официальные оппоненты:**

**Асеев Сергей Миронович**, член–корреспондент РАН, доктор физико–математических наук, Математический институт имени В.А. Стеклова Российской академии наук, отдел дифференциальных уравнений, главный научный сотрудник;

**Канатников Анатолий Николаевич**, доктор физико–математических наук, доцент, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, кафедра «Математическое моделирование», профессор;

**Миняев Сергей Игоревич**, кандидат физико–математических наук, АО «Корпорация «МИТ», начальник отдела  
дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Соискатель имеет **16 опубликованных работ**, в том числе по теме диссертации 16 работ, из них **5 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.1.2 «Дифференциальные уравнения и математическая физика» и в периодических научных журналах, индексируемых Web of Science, Scopus и RSCI.**

1. *Kamenshchikov M.* Conditions for existence of second-order and third-order filters for discrete systems with additive noises // *Mathematics*. 2022. Vol. 10, no. 3. (*Web of Science, Scopus, Impact Factor 2021 2.592, CiteScore 2021 2.9*).
2. *Каменщиков М. А., Капалин И. В.* Метод построения оптимального функционального фильтра для линейных стационарных стохастических систем // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 15. Выч. мат. и киб.* — 2018. — № 4. — С. 19—26. — Перевод: *Kamenshchikov M. A., Kapalin I. V.* A Procedure for Constructing Optimum Functional Filters for Linear Stationary Stochastic Systems // *Moscow University Computational Mathematics and Cybernetics*, 42:4 (2018), 163–170 (*RSCI, Имн.-ф. РИНЦ 2018 — 0.305*).  
Автором разработаны методы решения задач и получены все основные результаты, а И.В. Капалиным поставлены задачи и намечены направления их решения.
3. *Каменщиков М. А.* Передаточные функции оптимальных фильтров различных динамических порядков для дискретных систем // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 15. Выч. мат. и киб.* — 2021. — № 2. — С. 19—28. — Перевод: *Kamenshchikov M. A.* Transfer functions of optimum filters of different dynamic orders for discrete systems // *Moscow University Computational Mathematics and Cybernetics*, 45:2 (2021), 60–70 (*RSCI, Имн.-ф. РИНЦ 2021 — 0.077*).
4. *Фомичев В. В., Каменщиков М. А.* Сравнительный анализ оптимальных фильтров второго и третьего порядков для непрерывных систем // *Дифференциальные уравнения.* — 2021. — т.57, № 11. — С. 1546—

1554. — Перевод: *Fomichev V., Kamenshchikov M.* Comparative analysis of optimal filters of the second and third order for continuous-time systems // *Differential Equations*, 57:11 (2021), 1527–1535 (*Имп.-ф. РИНЦ 2021 — 8.043, RSCI, Web of Science, Scopus, Impact Factor 2021 — 0.784, CiteScore 2021 — 1.3*).

Автором разработаны методы решения задач и получены все основные результаты. Научным руководителем, профессором В.В. Фомичевым поставлены задачи и намечены направления их решения.

5. *Фомичев В. В., Каменщиков М. А.* Синтез субоптимальных фильтров для многосвязных дискретных систем // *Дифференциальные уравнения*. — 2022. — т.58, № 8. — С. 1105—1111. — Перевод: *Fomichev V., Kamenshchikov M.* Synthesis of suboptimal filters for multivariable multicriteria discrete systems // *Differential Equations*, 58:8 (2022), 1097–1104 (*Имп.-ф. РИНЦ 2021 — 8.043, RSCI, Web of Science, Scopus, Impact Factor 2021 — 0.784, CiteScore 2021 — 1.3*).

Автором разработаны методы решения задач и получены все основные результаты. Научным руководителем, профессором В.В. Фомичевым поставлены задачи и намечены направления их решения.

Выбор официальных оппонентов обусловлен тем обстоятельством, что они являются специалистами в теории дифференциальных уравнений и управления динамическими системами и имеют работы, близкие к теме диссертации.

На автореферат поступило **3 дополнительных отзыва, все положительные.**

**Диссертационный совет отмечает, что диссертация, представленная на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решены задачи построения оптимальных наблюдателей (фильтров) пониженного порядка, имеющие важное значение для развития теории дифференциальных уравнений и математической теории управления динамическими системами.**

Тема диссертация относится к одной из важных, активно развивающихся областей математики — теории управления динамическими системами, представленными дифференциальными уравнениями. В диссертации решается задача построения оптимальных наблюдателей (фильтров) пониженного порядка для линейных стационарных объектов управления в условиях вероятностной неопределенности.

**Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством.**

**Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:**

1. Необходимые и достаточные условия существования несмещенных оценок, формируемых при решении задачи, объединяющей две классические задачи теории управления: стабилизации посредством управления с обратной связью и оптимального наблюдения, и задачи диагностики неисправностей для линейных стационарных динамических систем при аддитивных белых шумах.
2. Необходимые и достаточные условия существования и единственности оптимальных наблюдателей второго и третьего динамических порядков в каноническом базисе.
3. Аналитические выражения для передаточных функций системы в отклонениях и оптимальных наблюдателей различных динамических порядков как для непрерывных, так и для дискретных динамических систем как со скалярными, так и с векторными измеряемым выходом и оцениваемым линейным функционалом от вектора состояния.
4. Методы решения задачи построения оптимальных наблюдателей (систем дифференциальных уравнений) пониженного порядка, основанные на сведении задач оптимального наблюдения к задачам нелинейной оптимизации на невыпуклом множестве допустимых параметров и аналитическом вычислении передаточных функций динамических систем в отклонениях.

В диссертации используются методы математической теории управления, теории стохастических дифференциальных и разностных уравнений, теории случайных процессов, вычислительной математики и решения задач оптимизации.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в теоретических областях теории управления динамическими системами, а на практике для решения задач спутниковой навигации и оценки состояния быстродействующих технических объектов.

**Достоверность результатов исследования гарантируется следующими факторами:**

- все результаты диссертации имеют законченный характер и снабжены строгими математическими доказательствами;
- установлено, что все результаты диссертации являются новыми, а результаты других авторов, упомянутые в диссертации, отмечены соответствующими ссылками;
- результаты диссертации прошли апробацию на международных и всероссийских научных конференциях и на научных семинарах;
- результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.1.2 — «Дифференциальные уравнения и математическая физика» (физико-математические науки).

**На заседании 12 апреля 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Каменщикову М.А. учёную степень кандидата физико-математических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 17 докторов наук по специальности 1.1.2 – «Дифференциальные уравнения и математическая физика», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя  
диссертационного совета,  
доктор физико-математических наук,  
профессор

Асташова Ирина Викторовна

И.о. учёного секретаря  
диссертационного совета,  
доктор физико-математических наук,  
профессор

Шапошникова Татьяна Ардолионовна

12 апреля 2023 года