



Акционерное общество

МИТ «КОРПОРАЦИЯ»

«МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

Березовая аллея, д.10, Москва, Россия, 127273
Телефон: (499) 907-37-74, Телефакс: (499) 907-37-29;
e-mail: mitemail@umail.ru

ОТЗЫВ

официального оппонента
на диссертационную работу Каменщикова Михаила Александровича
на тему «Методы построения оптимальных наблюдателей
пониженного порядка для линейных стационарных динамических систем»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.2 – «Дифференциальные уравнения и
математическая физика»

1. Актуальность избранной темы

Диссертация посвящена задаче построения оптимальных функциональных (как скалярных, так и векторных) наблюдателей пониженного порядка для стационарных линейных (также как скалярных, так и векторных) динамических объектов со случайными аддитивными возмущениями как в непрерывной, так и в дискретной постановке.

Актуальность исследований этой задачи (главным образом – развития регулярных и математически обоснованных методов её решения) вытекает из того, что:

– с одной стороны, рассмотренная автором постановка (с учетом принятых допущений) является достаточно общей для того, чтобы претендовать на потенциальную адаптацию и применимость в практических приложениях;

– с другой стороны, в указанной постановке задача не имеет исчерпывающего (общепризнанного, наилучшего) решения в рамках

001082

математической теории управления.

2. Степень обоснованности положений, выносимых на защиту, научных выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность полученных автором результатов (в т.ч. постановок задач, методов их решения, защищаемых положений, выводов и рекомендаций) подтверждается:

- понятным и полным описанием используемых терминов, предположений и ограничений;
- подробным изложением теоретических результатов (теорем).

3. Достоверность и новизна положений, выносимых на защиту, научных выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных автором результатов (в т.ч. постановок задач, методов их решения, защищаемых положений, выводов и рекомендаций) подтверждается:

- грамотным применением классических и современных методов аналитической теории построения дифференциальных наблюдателей;
- корректным построением расчетных примеров с использованием компьютерных вычислений (что, в частности, наглядно продемонстрировано на стр. 74).

Новизна полученных автором результатов (в т.ч. постановок задач, методов их решения, защищаемых положений, выводов и рекомендаций) подтверждается:

- системностью проведенной автором обзорной проработки;
- последовательной увязкой вновь достигнутых результатов с ранее известными, а также надлежащим указанием ссылок на научные работы других авторов.

4. Научная и практическая значимость результатов диссертации

Результаты диссертации, в основном, имеют **научную** (в области естественных наук) **значимость**, т.к. представляют собой значительное научно обоснованное развитие методов построения оптимальных

наблюдателей. При этом важно отметить, что рассматриваемые объекты наблюдения находятся в достаточно общих (невырожденных) положениях, а предложенные методы доведены автором до конкретных алгоритмов, что, несомненно, повышает их ценность.

Практическая значимость результатов также усматривается. Значительное количество расчетных модельных примеров является тому подтверждением. Однако для доведения авторских методов/алгоритмов до инженерных методик потребуется решить еще несколько вопросов, среди которых: идентификация моделей шумов, задание инициализирующих (начальных) значений наблюдателей, выбор достижимой потребной скорости сходимости асимптотических оценок и т.д.

5. Публикация результатов в научной печати

Перечень опубликованных работ соискателя удовлетворяет требованиям п. 2.4 «Положения о присуждении учёных степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова».

6. Соответствие диссертации специальности, по которой она представлена к защите

Тематика работы, её содержание и методы исследования соответствуют специальности 1.1.2 – «Дифференциальные уравнения и математическая физика».

7. Соответствие оформления диссертации требованиям нормативных документов

Диссертация оформлена, за некоторыми незначительными отступлениями, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011 и п. 2.2 «Положения о присуждении учёных степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова», а её содержание должным образом отражено в автореферате.

8. Замечания, предъявляемые к работе

К работе имеется несколько замечаний:

1. В обоснование актуальности построения наблюдателей пониженного

порядка приводится снижение затрачиваемых вычислительных ресурсов и времени на их практическую on-line реализацию. Однако никаких, даже самых грубых, сравнительных оценок с известными результатами (или же ограничений по допустимой вычислительной сложности и т.п.) в отношении предложенных автором алгоритмов не приведено.

2. По сути проведенных исследований и их результатов:

– результатами теоремы 1.1 (стр. 25, 26) являются условия типа равенств, при этом никак не оговорен вопрос робастности этих результатов (в частности, их применимости при не точном знании о параметрах объекта наблюдения и/или при проведении компьютерного моделирования, неотвратимо связанного с вычислительными погрешностями);

– на стр. 40 сказано о проведении серии из r вычислительных экспериментов с различными (по-видимому, имеется ввиду независимыми) реализациями случайных величин; общеизвестно, что достоверность результатов, получаемых таким способом (и в общем случае – в рамках метода Монте-Карло), необходимо оценивать с позиций различных показателей качества используемого генератора псевдослучайных чисел, а также сходимости этих результатов; автором же данные вопросы никак не отмечены (не смотря, однако, на то, что их подробное решение, очевидно, выходят за рамки диссертации).

3. В части стилистического и редакционного оформления текста:

– названия глав представляются недостаточно информативными, с чрезмерным дублированием и неоднозначностью терминов в них между собой, а также с темой диссертации (в частности, возникают вопросы: термины «построение» и «синтез» являются синонимами? Как в количественном смысле соотносятся между собой термины «различный», «пониженный» и «второй и третий» порядок наблюдателя? Какого порядка наблюдатели применяются к многосвязным системам?); в связи с этим для лучшего понимания структуры диссертации ощущается нехватка единого наглядного представления (в виде таблицы, иерархической схемы и т.п.) выполненных автором исследований в увязке с известными результатами;

– на стр. 3 усматривается незавершенность во второй части второго предложения (после знака «:»), т.к. отсутствует, как минимум, сказуемое;

– на стр. 3 (и далее по тексту) излишнее дублируется следующие термины-синонимы и пояснения к ним: «оптимальных наблюдателей (фильтров)», «оптимальных наблюдателей (систем дифференциальных уравнений)» и «фильтры (оптимальные наблюдатели)»; это запутывает читателя;

– на стр. 5 имеется фраза «передаточных функций системы в отклонениях в каноническом базисе», в то время как общеизвестно, что сама по себе передаточная функция любой дифференциальной системы не предполагает наличия однозначной связи с каким-либо базисом представления этой же системы в пространстве состояний;

– по тексту диссертации встречается 6 определений, и, коль скоро, они отдельно оговариваются автором, уместно было бы привести ссылки на источники, из которых данные определения (в особенности, классические) были взяты, а также указать, какие из определений являются авторскими;

– согласно ГОСТ Р 7.0.11–2011 текст диссертации должен быть разделен на «главы и параграфы» или «разделы и подразделы»; однако в структуре диссертации (стр. 2) в верхнем уровне оглавления автором используются главы, а в тексте употребляется термин «раздел» (стр. 22, 28, 37 и др.);

– согласно ГОСТ Р 7.0.11–2011 иллюстративный материал должен быть оформлен по ГОСТ 2.105, при этом его действующая редакция (ГОСТ Р 2.105–2019) предписывает отделять слово «Рисунок» и его наименование от пояснительных данных с помощью тире; однако автором использовано разделение точкой (стр. 22, 23, 43 и др.);

– на стр. 57 указано, что ведется поиск наблюдателя порядка $k \leq n + 1$, в то время как в постановке задачи на стр. 18 указано, что $k < n$;

– раздел диссертации, в котором приводится перечень ранее опубликованных и используемых в работе источников, должен (согласно п./п. в) п. 3.1 «Положения о присуждении учёных степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова») называться «Библиографический список»; у автора же он называется «Литература»;

– на стр. 57 в отношении матричного равенства « $F = PT$ » употреблено вступительное слово «пусть...», в связи чем создается впечатление, что указанное равенство является допущением при постановке задачи и, т.о., выполняется не всегда; однако, в данном случае, поскольку матрицы P и T

являются параметрами наблюдателя, указанное равенство всегда достижимо (причем бесконечным числом способов), из чего напрашивается вывод о целесообразности употребления вступительной фразы типа «всегда найдутся матрицы P и T такие, что...», а не «пусть...».

Однако приведенные замечания не ставят под сомнение достоверность результатов диссертации и не влияют на её общую положительную оценку.

9. Заключение о соответствии диссертации критериям

Диссертация Каменщикова М.А. удовлетворяет требованиям п. 2.1 «Положения о присуждении учёных степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Каменщиков М.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.2 – «Дифференциальные уравнения и математическая физика».

Кандидат физико-математических наук,
начальник отдела АО «Корпорация «МИТ»

С.И. Миняев

Подпись Миняева С.И. заверяю,
Врио ученого секретаря НТС
АО «Корпорация «МИТ»

Б.В. Румянцев

«16» 03 2023 г.