

ОТЗЫВ
официального оппонента о диссертации
соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук
Высоцкого Алексея Олеговича
на тему: «Нелинейные методы наблюдения
для динамических систем с неопределенностью»
по специальности 1.1.2. Дифференциальные
уравнения и математическая физика

Диссертационное исследование посвящено задаче построения асимптотических наблюдателей состояния для линейных стационарных систем с неопределенностью с виде аддитивного возмущения. При этом известными считаются матрицы системы, управление и выход системы. По перечисленной известной информации о системе требуется построить оценку всего вектора состояния. В диссертационной работе предлагается новый вариант наблюдателя состояния, представляющий собой каскад систем второго порядка, использующих нелинейные и разрывные обратные связи. Получены условия асимптотической точности получаемых с помощью такого наблюдателя оценок вектора состояния.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

Введение содержит обоснование актуальности темы исследования, краткое описание истории вопроса, цели и задачи исследования, описание основных результатов исследования.

Первая глава посвящена преобразованию рассматриваемой динамической системы. Вводятся необходимые определения и делаются предположения, обеспечивающие разрешимость поставленной задачи. Показано, как задача наблюдения для произвольных систем сводится к задаче наблюдения для систем особого вида, имеющих максимальных относительный порядок.

Во второй главе рассматривается частный случай второго относительного порядка исходной системы. Предложен вид наблюдателя и исследованы свойства динамики системы для ошибки наблюдения (называемой в работе ST системой). Сформулированы и доказаны необходимые и достаточные условия асимптотической устойчивости нулевого решения ST системы. Также исследованы свойства предложенного наблюдателя в случае наличия погрешности измерения выхода системы и типичных неидеальностей релейных элементов.

В третьей главе задача наблюдения решается для динамических систем произвольного относительного порядка. Для решения задачи в этом случае предлагается использовать каскад наблюдателей второго порядка, имеющих структуру, аналогичную наблюдателю, рассмотренному во второй главе. Сформулировано и доказано достаточное условие сходимости к нулю ошибки наблюдения. Тем самым, решена изначально поставленная задача.

В заключении подводятся результаты исследования.

Актуальность темы.

Исследование динамических систем в условиях неопределенности является одним из основных разделов современной теории управления. Стоит отметить, что большая часть алгоритмов управления динамическими системами предполагают известность всего вектора состояния системы. Наиболее часто для получения недостающей информации о состоянии системы используют наблюдатели, т. е. вспомогательные динамические системы, выход которых рассматривается как оценка состояния рассматриваемой системы. Поэтому тема диссертации несомненно актуальна.

Научная новизна диссертационной работы.

Новыми в работе являются методы построения наблюдателей для динамических систем с неопределенностью и условия асимптотической точности оценок для них. Также новыми являются оценки ошибок наблюдения при наличии погрешности измерений и неидеальности элементов переключения.

Степень обоснованности положений, выносимых на защиту.

Положения, выносимые на защиту сформулированы в виде теорем, каждая из которых снабжена строгим и полным математическим доказательством. По теме диссертации соискателем опубликовано 6 работ в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе ядра РИНЦ "eLibrary Science Index", при этом переводные версии 5 статей опубликованы в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus. Достоверность полученных соискателем результатов также подкрепляется многочисленными выступлениями на научных конференциях и научных семинарах.

Замечания по диссертации.

1. Обзор литературы по проблеме, рассмотренной в диссертации, и существующих подходов к решению мог быть расширен.
2. Для ST систем при вариации параметра нелинейности (в рамках теорем 2.2, 2.3) можно было явно выписать алгебраические оценки области сходимости, аналогично тому, как это сделано для систем с погрешностью измерения выхода.
3. В работе присутствует некий недостаток обозначений. Например, что скрывается за y_ε в наблюдателе (3.3)?
4. Почему автор не использует устоявшийся термин «SISO systems» для исходной системы?

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования.

Общая оценка диссертационной работы.

Считаю, что диссертация отвечает всем требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая

физика (по физико-математическим наукам), а именно следующим ее направлениям: теория управления дифференциальными уравнениями и системами, вопросы управляемости, наблюдаемости, задачи стабилизации посредством управления обратной связью. Диссертация отвечает критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Высокский Алексей Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика.

Официальный оппонент:

доктор технических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории
Института проблем управления РАН
Уткин Антон Викторович

25.10.2024

Контактные данные:

тел.: 7(926)2370707, e-mail: utkin-av@yandex.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

05.13.01 –Системный анализ, управление и обработка информации.