

ОТЗЫВ

официального оппонента Зароднюк Татьяны Сергеевны на диссертацию Антропова Никиты Романовича «Ядерные алгоритмы идентификации и управления для нелинейных объектов с памятью в условиях неполной информации» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации

1. Актуальность темы

В настоящее время разработка высокопроизводительной вычислительной инфраструктуры, включающей как аппаратные, так и программные комплексы, является одним из активно развивающихся направлений. Несмотря на существенное увеличение производительности средств вычислительной техники, сложность современного алгоритмического обеспечения в виду требований технологического регламента, принятого на производстве, достаточно часто превышает возможности аппаратных средств. К подобным алгоритмам можно отнести, например, современные интеллектуальные методы, основанные на искусственных нейронных сетях, эволюционных и генетических алгоритмах. Их объединяющей особенностью является требовательность к используемым вычислительным мощностям и объемам задействованной памяти, в особенности на этапе обучения.

Вследствие нестационарного и динамического характера подавляющего большинства существующих производственных и технологических процессов, построенные с помощью упомянутых алгоритмов модели требуется регулярно переобучать. Для того, чтобы обеспечить применение современных алгоритмов идентификации в задачах управления, которые, в большинстве случаев, требуется решать в режиме реального времени, необходимо либо осуществлять материальные затраты на модернизацию аппаратных средств вычислительной инфраструктуры, либо разрабатывать новые высокопроизводительные алгоритмы.

Тема исследования автора направлена на разработку эффективных алгоритмов для задач идентификации и управления нелинейными дискретными объектами с памятью в условиях неполной информации. Обозначенной целью

исследования является повышение эффективности идентификации и управления такими объектами при ограниченных вычислительных ресурсах. Учитывая важность решения указанных задач для науки и современного производства, актуальность заявленной темы исследования не вызывает сомнений.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автором диссертации получены следующие основные результаты, сформулированные в рамках научных положений:

1. Разработан новый алгоритм оценки параметров ядерных моделей нелинейных дискретных объектов с памятью, отличающийся жадной процедурой вычисления обратной матрицы системы с использованием низкоранговой аппроксимации фиксированной размерности. Данный алгоритм позволяет обеспечить эффективное по точности решение задачи идентификации при заданных ограничениях на вычислительные ресурсы.

2. Предложен рекуррентный ядерный алгоритм идентификации для нелинейных дискретных объектов с памятью, характеризующийся оцениванием параметров модели на основе разложения матрицы системы и адаптивной процедурой формирования выборки наблюдений. Применение данного алгоритма позволило повысить вычислительную эффективность решения задач идентификации в сравнении с альтернативными подходами.

3. Разработан алгоритм дуального управления с идентификатором для нелинейных дискретных объектов с памятью, отличающийся итерационной процедурой вычисления управляющих воздействий на основе метода стохастического градиента. Его особенностью является возможность оценивания управляющих воздействий при наличии ограничений на вычислительные ресурсы.

По каждому пункту научных положений автором сформулированы выводы и рекомендации по их использованию, а также определены перспективы дальнейшего развития темы исследования. В целом, представленные результаты работы являются убедительными и достаточно хорошо обоснованными.

3. Оценка новизны и достоверности

Полученные автором научные результаты вносят вклад в развитие методов идентификации и управления в условиях неполной информации и являются новыми. Достоверность представленных в диссертационной работе результатов подтверждается автором с помощью вычислительных экспериментов, позволивших продемонстрировать эффективность применения разработанных алгоритмов для задач рассматриваемого класса.

Результаты исследований, полученные в диссертационной работе, обсуждались на международных и профильных региональных научно-практических конференциях и семинарах, где получили одобрение ведущих специалистов. Опираясь на внушительный перечень конференций различного уровня, в которых участвовал автор, и представительный список публикаций в рецензируемых изданиях, можно утверждать, что достоверность и новизна основных защищаемых положений не вызывает сомнений.

Автор имеет достаточное количество публикаций по теме исследования как в рецензируемых журналах из перечня ВАК, так и в журналах, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus. Всего по теме диссертации автором опубликовано 18 работ, из них 5 статей в журналах из перечня ВАК. Помимо этого получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

4. Замечания к работе

Несмотря на объемность проведенных исследований и подробное описание полученных результатов, следует сформулировать следующие замечания:

1. В диссертации не указано, каким образом проводилось оценивание затраченных вычислительных операций и объемов памяти при сравнении предложенного алгоритма идентификации с альтернативными подходами.
2. В работе приводится описание существующих методов анализа устойчивости нелинейных динамических систем, однако вопрос применения указанных методов при определении устойчивости системы

управления на базе предложенного алгоритма дуального управления должным образом не рассмотрен.

3. Модели Винера-Гаммершейна популярны и в современных исследованиях, посвященных, например, вопросам анализа данных и обработки сигналов. Поэтому источники литературы, на которые ссылается автор работы, могли бы включать и более современные издания, опубликованные в последние годы.
4. В рамках рассматриваемых разностных уравнений отдельный интерес могут представлять модели с нелинейностями относительно управляющих воздействий. Возникают ли подобные постановки при описании производственных объектов нефтегазового комплекса и позволяют ли предложенные алгоритмы находить решения в задачах, нелинейных относительно управлений?
5. Автором работы проводились численные исследования разработанных алгоритмов при ограничениях на вычислительные ресурсы, исследовался ли вопрос обоснования их сходимости?
6. Представленные результаты вычислительных экспериментов позволили продемонстрировать эффективность алгоритма ICD-KRR в сравнении с аналогичными алгоритмами, но общая количественная оценка точности полученных с помощью него решений не приводится.

К мелким неточностям и опечаткам стоит отнести следующее:

7. В тексте работы отсутствуют расшифровки аббревиатур в названиях алгоритмов: ICD-KRR, SD-KRR, SR-KRR, CH-KRLS, FB-KRLS, KRLS-T и др., что может затруднять восприятие текста.
8. В обосновании второго положения, выносимого на защиту (автореферат, стр. 11.; диссертация, стр. 32) система уравнений решается «методом прямой подставки», вероятно, имелся в виду метод прямой подстановки.

Отмеченные недостатки не являются критическими и не снижают значимости полученных результатов и качества проведенного исследования.

5. Заключение

Несмотря на указанные замечания, диссертация Антропова Никиты Романовича выполнена на достаточно высоком уровне и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научно-технической задачи синтеза эффективных алгоритмов идентификации и управления для динамических систем, функционирующих в условиях неопределенности. Результаты, полученные соискателем, представляют интерес в рамках теории управления и идентификации систем. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к научным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Антропов Никита Романович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации.

Официальный оппонент,
старший научный сотрудник
лаборатории оптимального управления
ФГБУН «Институт динамики систем и
теории управления им. В.М. Матросова
СО РАН»,
кандидат технических наук

Зароднюк Татьяна Сергеевна

«20» апреля 2022 г.

Почтовый адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134, а/я 292

Телефон: +7 (3952) 42-71-00

Эл. почта: tz@icc.ru



Подпись заверяю
Нач. отдела делопроизводства
и организационного обеспечения
ИДСТУ СО РАН

Г.Б. Кононенко

20.04.2022