

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Ботороевой Марии Николаевны «Моделирование развивающихся систем на
основе интегральных уравнений Вольтерра», представленную на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ

Актуальность темы диссертации

При исследовании различных развивающихся систем часто возникают задачи разработки стратегии ввода новых элементов и их распределения по внутренним подсистемам с целью дальнейшего прогресса и увеличения производительности. Такие задачи решаются с применением математических моделей, построенных на основе дифференциальных или интегральных уравнений. Преимущества и эффективность использования интегральных уравнений Вольтерра с переменными пределами интегрирования для моделирования развивающихся систем отражены в цикле работ В.М. Глушкова, Ю.П. Яценко, В.В. Иванова, С.К. Гирлина, А.С. Апарцина и их учеников.

В рассматриваемой диссертационной работе, описанные выше задачи планирования ввода новых элементов представлены в виде систем интегральных уравнений Вольтерра с переменными пределами интегрирования и тождественно вырожденной матрицей перед главной частью. Их принято называть интегро-алгебраическими уравнениями (ИАУ) с переменными пределами интегрирования. Такая запись позволяет привлечь теорию матричных пучков для качественного исследования и разработки методов численного решения поставленных задач. Актуальность работы связана с тем, что выделенные классы ИАУ можно использовать для описания конкретных прикладных задач. В диссертации решены практические задачи из области электроэнергетики.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Разделы теории матричных пучков, классификация интегральных уравнений Вольтерра и систем интегральных уравнений Вольтерра взяты автором из классических источников и оформлены ссылками.

Расширение классификации систем интегральных уравнений Вольтерра за счет введенных автором ИАУ с переменными пределами интегрирования обосновано тем, что их частными случаями являются: системы интегральных уравнений Вольтерра I рода с переменными пределами интегрирования (матрица перед главной частью тождественно нулевая) и интегро-алгебраические уравнения (матрица перед главной частью ненулевая и тождественно вырожденная, но нижний предел интегрирования постоянный).

Теоретические положения, сформулированные автором самостоятельно, приведены с подробными доказательствами.

Обоснованность и эффективность разработанных многошаговых методов численного решения ИАУ с переменными пределами интегрирования подтверждена результатами применения таких алгоритмов для ряда модельных примеров.

Обоснованность и эффективность разработанных безытерационных численных методов решения систем нелинейных интегральных уравнений Вольтерра II рода подтверждена сравнением результатов применения этих методов и ранее известных методов для решения тестовых задач.

Адекватность представленных в работе моделей электроэнергетических систем подтверждается сравнением значений вводов генерирующих мощностей электроэнергетических систем, полученных в результате расчета с применением многошаговых методов, разработанных автором, с аналогичными реальными данными, полученными от сотрудников ФГБУН Институт систем энергетики имени Л.А. Мелентьева СО РАН. Это же сравнение подчеркивает эффективность программно реализованных алгоритмов численных методов, разработанных автором, которые использовались при проведении расчетов.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

О достоверности основных результатов диссертации свидетельствует их согласованность с результатами, полученными ранее другими авторами для ИАУ с постоянным нижним пределом интегрирования и неклассических интегральных уравнений Вольтерра I рода (при определенных, оговоренных в тексте диссертации условиях они могут расцениваться как частные случаи рассматриваемых ИАУ с переменными пределами интегрирования). Об этом в тексте диссертации сделаны соответствующие замечания с оформленными ссылками.

По теме диссертации автор имеет 11 работ. Среди них 4 публикации, входящие в список журналов, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для опубликования результатов диссертаций и 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Во введении диссертации представлен внушительный перечень российских и международных конференций и семинаров, на которых автор представляла выносимые на защиту результаты.

Новизна исследования

Работ по исследованию и численному решению ИАУ с переменными пределами интегрирования практически нет, поэтому несомненна новизна теоретических положений, сформулированных автором по результатам проведенных качественных исследований ИАУ с переменными пределами интегрирования.

Новыми являются и представленные в диссертационном исследовании численные методы решения ИАУ с переменными пределами интегрирования.

Новизна программной реализации разработанных методов численного решения ИАУ и численного решения систем интегральных уравнений Вольтерра II рода подтверждена свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Исследованные в работе ИАУ с переменными пределами интегрирования можно расценивать как более общую постановку задачи относительно изучаемых ранее неклассических интегральных уравнений Вольтерра I рода и ИАУ с постоянным нижним пределом интегрирования.

Результаты, полученные в диссертационной работе, могут быть полезными как при исследовании вопроса разрешимости различных прикладных задач с применением математических моделей в виде ИАУ, так и при их численном решении с применением программных продуктов. Возможно включение результатов в программу спецкурсов высших учебных заведений, имеющих близкие к теме диссертации направления подготовки.

По работе имеются следующие замечания:

1. При анализе L -устойчивости численных методов решения систем нелинейных интегральных уравнений Вольтерра II рода хотелось бы увидеть

более подробные комментарии, относящиеся к механизму получения характеристического уравнения и метода построения области устойчивости.

2. В ряде мест, например, на стр. 96, используется термин «неклассическое ИАУ» без пояснений, в чем его отличие от ИАУ с переменными пределами интегрирования.

3. На стр. 22 в лемме 1.1.2 фигурирует единичная матрица размерности m . Правильнее написать порядка m .

4. По тексту имеются стилистические, грамматические и синтаксические ошибки, но их количество не превышает допустимых норм.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку результатов.

Диссертация удовлетворяет паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а именно:

пункту 2: развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей;

пункту 3: разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий;

пункту 4: реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.

Автореферат соответствует диссертационной работе и адекватно отражает ее содержание.

Учитывая вышеперечисленное, можно сделать вывод, что диссертация Ботороевой Марии Николаевны является законченной научно-квалификационной работой. В ней содержится решение задачи исследования и разработки численных методов решения ИАУ с переменными пределами интегрирования, вносящей заметный вклад в область математического моделирования развивающихся систем и область создания эффективных алгоритмов численного решения задач, описываемых ИАУ с переменными пределами интегрирования. Это соответствует п. 9 постановления правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Считаю, что диссертационная работа Ботороевой Марии Николаевны удовлетворяет всем требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

«25» ноября 2019

Официальный оппонент,
профессор кафедры «Моделирование
динамических систем»
ФГБОУ ВО «МАИ (НИУ)»,
доктор физико-математических наук,
профессор



Е.Б. Кузнецов

Почтовый адрес:
125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д. 4,
E-mail: kuznetsov@mail.ru
Тел: 8 916 21 71 999

*Сергей Кузнецов Е.Б.
заверено*



Сергей Кузнецов