

ОТЗЫВ

официального оппонента **Капцова Олега Викторовича** о диссертацию **Нгуен Дык Банга** на тему "Моделирование гидравлических и электрических цепей на основе теории вырожденных систем интегро-дифференциальных уравнений" по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертационная работа Нгуен Дык Банга посвящена разработке методов моделирования процессов в гидравлических и электрических цепях на основе новых результатов в теории систем интегро-дифференциальных уравнений с матрицей неполного ранга при старших производных искомой вектор-функции. Такие системы далее будут называться вырожденными. Это направление находится в тренде разработок современных моделей технических установок.

Актуальность темы диссертации определяется потребностями математического моделирования сложных технологических систем. Важной задачей являются построение моделей гидравлических трактов котлотурбинных установок и электрических цепей. В настоящее время построены модели, которые можно записать в виде вырожденных систем интегро-дифференциальных уравнений. Зачастую в системах количество уравнений больше числа искомых функций. Иначе говоря, системы не являются замкнутыми. В линейном случае таким системам соответствуют системы с прямоугольными матрицами коэффициентов. Изучение незамкнутых систем и соответствующих краевых задач, а также построение адекватных численных методов, находится в зачаточном состоянии.

Основная идея диссертации. Предлагаются модели гидравлических и электрических цепей, которые записываются в виде вырожденных систем линейных и квазилинейных интегро-дифференциальных уравнений, с параллельной разработкой методов исследования и численного решения.

Диссертационная работа содержит разделы: введение, четыре главы, заключение, список литературы и 2 приложения.

Во введении обосновывается актуальность темы, описаны объект и предмет исследования и формулируются цели диссертационной работы. Приводится обзор литературы, связанный с тематикой диссертации.

В первой главе получены условия разрешимости незамкнутых и замкнутых вырожденных систем интегро-дифференциальных уравнений. Найдены достаточные условия существования и единственности решения начально-краевых задач для линейных и квазилинейных вырожденных систем интегро-дифференциальных уравнений.

Во второй главе предложен и обоснован метод нахождения приближенного решения начально-краевых задач для линейных вырожденных систем индекса 1 на основе метода наименьших квадратов. Приведены условия сходимости и оценки погрешности метода. Приведены результаты численных экспериментов для тестирования программ. Результаты численных экспериментов хорошо соответствуют теоретическим оценкам. Описаны разностные методы для решения линейных, квазилинейных вырожденных систем интегро-дифференциальных уравнений.

В третьей главе выписаны математические модели гидравлических и электрических цепей с автоматическими регуляторами в виде вырожденных систем интегро-дифференциальных уравнений. В качестве конкретного примера построена модель гидравлической цепи связки «прямоточный котел – турбина» и модель электрической двухконтурной цепи. На основе полученных в первой главе результатов, исследованы качественные свойства моделей. Проведен анализ влияния малых возмущений входных данных на их свойства.

В четвертой главе описан комплекс программ, реализующих модели гидравлических и электрических цепей. Проведены численные исследования функционирования моделей при

изменениях входных параметров. Результаты расчетов представлены в виде графиков с соответствующими комментариями.

В заключении подведены итоги проделанной работы и перечислены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые результаты диссертации можно сгруппировать в четыре блока:

- 1) построены математические модели нестационарных гидравлических и электрических цепей с автоматическими регуляторами в виде систем интегро-дифференциальных уравнений первого порядка с матрицей неполного ранга при производных искомой вектор-функции. Модели позволяют учитывать состояния среды на ветвях цепи: пар, вода, пароводяная смесь и наличие технических устройств: регулирующих клапанов и отсеков турбины;
- 2) исследованы системы интегро-дифференциальных уравнений указанного вида и начально-краевые задачи. Получены критерии разрешимости систем и краевых задач для таких систем, описывающих гидравлические и электрические цепи;
- 3) на основе теоретических исследований предложены и программно реализованы численные методы, на основе метода наименьших квадратов и разностных схем, позволяющие численно исследовать поведение процессов в гидравлических и электрических цепях при различных возмущениях входных параметров.

Новыми научными результатами, полученными автором, являются:

1. Выделение классов замкнутых и незамкнутых вырожденных систем интегро-дифференциальных уравнений, для которых доказаны теоремы существования и единственности решений начально-краевых задач для вырожденных систем.

2. Построение математических моделей гидравлических и электрических цепей с автоматическими регуляторами с учетом состояния среды на ветвях: пар, вода, пароводяная смесь.

Достоверность полученных результатов подтверждается наличием полных доказательств математических утверждений, приводимых в диссертации, и качественным совпадением результатов численного моделирования с процессами в реальных установках тепловых электростанций.

Диссертация содержит 132 стр. основного текста, приложения на 2 стр., список литературы из 100 наименований. По теме диссертации автором опубликовано 12 работ, из них 3 — в рецензируемых изданиях по списку ВАК и SCOPUS, в которых материалы диссертации отражены достаточно полно.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Замечания:

1. текст диссертации содержит небольшое количество опечаток и стилистических погрешностей, не затрудняющих понимания сути дела. Например, не везде описан смысл обозначений E_n , E_r . На формулы 1.47 и 2.2 нет ссылок в тексте диссертации и т.д.;

2. нет подробного доказательства сходимости теоремы 2.3.2. В цитированной работе рассмотрен метод только первого порядка;

3. при анализе примера 1.3.1 решение не записано в виде формул 1.31.

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертация производит хорошее впечатление, и замечания не умаляют ее научную и практическую ценность.

Общее заключение по диссертации:

Диссертация Нгуен Дык Банга соответствует специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные разработки в области моделирования гидравлических и электрических цепей, исследования качественных свойств соответствующих моделей и построения численных методов соответствующих систем.


Диссертация соответствует требованиям п. 9 "Положения о порядке присуждения учёных степеней" постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842,

а её автор Нгуен Дык Банг достоин присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент:
доктор физ.-мат. наук, профессор,
ведущий научный сотрудник
отдела Вычислительных моделей в
гидрофизике ФГБУН Института
вычислительного моделирования
Сибирского отделения Российской
академии наук

Почтовый адрес:
660036, Красноярск, Академгородок,
дом 50, стр. 44
Институт вычислительного
моделирования СО РАН
Телефон: 89135589312
E-mail: profkap@mail.ru




Олег Викторович Капшов

