

УТВЕРЖДАЮ

Проректор ФГБОУ ВПО «ИГУ»

по научной работе

профессор А.Ф. Шмидт

« 26 »  2016 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Иркутский государственный университет»

Диссертация Д.Н. Сидорова на тему «Интегральные динамические модели: приближенные методы и приложения» выполнялась в отделе прикладной математики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН» (ФГБУН ИСЭМ СО РАН) и завершалась во время прохождения соискателем докторантуры при кафедре Математического анализа и дифференциальных уравнений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «ИГУ»).

В период подготовки диссертации соискатель Сидоров Денис Николаевич работал в должности старшего научного сотрудника отдела прикладной математики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН» и в должности докторанта кафедры Математического анализа и дифференциальных уравнений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет».

В 1996 г. окончил математический факультет ИГУ по специальности «Прикладная математика» и был распределен в ИСЭМ СО РАН. В 1999 г. в диссертационном совете при ИМЭИ ИГУ защитил диссертацию на тему «Моделирование нелинейных динамических систем рядами Вольтерра: идентификация и приложения» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.16 «Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в

научных исследованиях». После защиты кандидатской диссертации занимался научными исследованиями в области математического моделирования нелинейных шумов, задач восстановления цифровых видеоархивов, созданием математических моделей в обработке многомерных сигналов. С 2005 г. по настоящее время работает в должности старшего научного сотрудника отдела прикладной математики ИСЭМ СО РАН. Прошел докторантуру в ИГУ. Кроме исследовательской работы Сидоров Д.Н. читает в ИГУ ряд специальных курсов, ведет подготовку дипломников и аспиранта А.В.Жукова.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

В диссертации Сидорова Д.Н. предложена теория математических моделей динамических систем с феноменом неединственности. Разработаны приближенные аналитические и численные методы решения новых нерегулярных классов интегро-операторных уравнений. На основе алгоритмов соискателя в диссертации апробированы комплексы программ в задачах прогнозирования параметров электроэнергетических систем, в задачах реставрации видеоархивов и в задачах машинного зрения. При этом ключевую роль играет синтез современных методов интегральных уравнений, интегральных преобразований, методов вычислительной математики, теории обработки многомерных цифровых сигналов и алгоритмов машинного обучения.

Исследования по теме диссертации были начаты соискателем во время его стажировки в Тринити колледже Дублинского университета и в Национальном центре научных исследований Франции. В период завершения диссертации Д.Н. Сидоров был докторантом в ФГБОУ ВПО «ИГУ» и проводил НИР в ИГУ и в ИСЭМ СО РАН в рамках следующих программ:

- 1) тема НИР задания Федерального агентства по образованию (проект 091-08-102/1.2.08);
- 2) федеральная целевая программа «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (госконтракт по ФЦП «Кадры» П 696 от 20 мая 2010 года);
- 3) федеральная целевая программа «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (соглашение от 28.08.2012 №14.В.37.21.0365);
- 4) тема НИР СО РАН (НШ-4633.2010.8 и НШ-1507.2012.8) «Разработка теории, моделей и методов обоснования развития и управления функционирования структурно неоднородных ЭЭС в рыночных условиях».

В работе поставлены и решены актуальные задачи:

- 1) при исследовании новых математических моделей с феноменом неединственности для нерегулярных классов линейных и нелинейных интегро-дифференциальных систем первого и второго рода доказаны теоремы существования, разработаны эффективные аналитико-численные методы построения параметрических семейств решений в

- классах как непрерывных, так и обобщенных функций, построены главные члены асимптотики решений в явном виде;
- 2) предложены новые схемы моделирования динамики энергетических систем в окрестности критических значений характерных параметров;
 - 3) на основе интегральных моделей и интегральных преобразований разработана новая методология прогнозирования параметров электроэнергетических систем, предложен адаптивный алгоритм восстановления цифровых видеоархивов и алгоритмы автоматической классификации дефектов в системах машинного зрения;
 - 4) разработаны алгоритмы и комплексы программного обеспечения для осуществления экспериментов с построенными моделями на ЭВМ.

Новизна результатов:

- разработаны новые модели и методы прогнозирования параметров электроэнергетических систем, позволяющие оценивать риск возникновения неустойчивых межсистемных колебаний;
- предложен новый алгоритм подавления нелинейных нестационарных муаровых шумов в многомерных цифровых сигналах (изображениях);
- доказаны теоремы существования решений ранее не изучавшихся нерегулярных систем, предложены аналитические и численные методы решения интегральных систем с разрывами ядер на кривых запаздывания;
- получены новые достаточные условия существования и впервые найдены оценки границ возможного разрушения решения нелинейного уравнения Вольтерра второго рода, позволяющие оценить временную границу правомерности использования соответствующей модели;
- доказаны общие теоремы существования и построены главные члены асимптотик решений интегро-дифференциальных систем в ранее не изучавшихся случаях;
- зарегистрированы соответствующие комплексы программ.

Полученные в диссертации результаты имеют существенное значение для исследования математических прогнозных моделей, моделей развивающихся систем, а также в теории обработки изображений и систем машинного зрения. Модели, разработанные соискателем, использовались в ИСЭМ СО РАН в рамках 6-й рамочной программы ЕС (проект ICOE EURO) для прогнозирования параметров электроэнергетических систем. Алгоритм обработки цифровых видеоархивов использовался в Тринити колледже Дублинского университета в рамках 5ой рамочной программы ЕС (проект BRAVA). Математические модели, предложенные в гл. 5, использованы компанией ASTI Ltd (Сингапур) в системах контроля качества. Результаты гл. 1 и гл. 5 диссертации используются при подготовке дипломников, аспирантов и в совместных научных исследованиях соискателя с сотрудниками Иркутского государ-

ственного университета, Национального научно-исследовательского университета ИрГТУ, Пензенского государственного университета, Западно-Чешского университета и Университетского колледжа Корк (Ирландия).

Результаты диссертации могут быть использованы при исследованиях нерегулярных моделей, проводимых в Иркутском госуниверситете, ИСЭМ СО РАН, ИДСТУ СО РАН, Ульяновском техническом университете, НИУ ИрГТУ, ПГУ и в Западно-Чешском университете. Рассмотренный автором новый класс интегральных моделей, полученные достаточные условия существования решений, разработанные аналитические и численные методы могут использоваться для моделирования развивающихся динамических систем.

Результаты, выносимые на защиту:

- 1) выделен и исследован новый класс моделей на основе интегральных уравнений Вольтерра с кусочно-заданными ядрами, претерпевающими разрывы первого рода на эндогенных кривых запаздывания, предложены аналитические и численные методы построения решений;
- 2) систематизированы и исследованы новые классы нерегулярных интегро-операторных моделей с вырождениями;
- 3) доказаны теоремы существования и предложены приближенные аналитические методы построения классических и обобщенных решений ряда линейных и нелинейных интегро-дифференциальных систем в нерегулярных случаях;
- 4) разработаны новые прогнозные модели для анализа временных рядов на основе интегрального преобразования Гильберта-Хаунга и методов машинного обучения, предложен метод прогнозирования возникновения неустойчивых межсистемных колебаний в электроэнергетических системах;
- 5) разработана модель и новый адаптивный режекторный фильтр подавления нестационарных муаровых шумов в видео-последовательностях.

Теоретические результаты снабжены полными доказательствами. Математическая строгость доказательств соответствует современному уровню. Результаты, приведенные в диссертации, опубликованы в научных журналах, 27 из которых входят в список журналов ВАК, в том числе 17 статей в журналах, индексируемых в базах Web of Science и SCOPUS. Основные результаты подробно изложены в двух монографиях.

Соответствие паспорту специальности. В соответствии с пунктами 1 - 6 паспорта специальности 05.13.18 – «математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» в представленной диссертации получены следующие результаты:

- 1) разработаны новые математические методы моделирования развития систем электроэнергетики и прогнозирования поведения параметров электроэнергетических систем в окрестностях критических значений параметров;
- 2) предложены новые классы и приближенные аналитические и численные методы исследования математических моделей развивающихся динамических моделей на основе моделей Вольтерра с кусочно заданными ядрами. В связи с этим проведено исследование вопросов разрешимости новых классов нерегулярных уравнений, доказаны теоремы существования непрерывных и обобщенных решений. Используя интегральные преобразования в синтезе с методами непрерывной и дискретной математики, построена гибридная модель прогнозирования поведения параметров электроэнергетических систем в окрестностях критических значений параметров. Подобная методика позволила также разработать метод автоматической классификации дефектов и спектральный метод параметрической фильтрации видеопоследовательностей;
- 3) разработаны эффективные вычислительные методы прогнозирования с применением современных компьютерных технологий машинного обучения. Разработаны численные методы решения интегральных уравнений первого рода, лежащих в основе математических моделей развивающихся динамических систем.
- 4) предложенные численные методы и алгоритмы реализованы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента;
- 5) для решения задачи автоматической классификации дефектов в системах машинного зрения разработаны новые математические методы и алгоритмы проверки адекватности математических моделей реальным объектам на основе данных натурного эксперимента;
- 6) в итоге разработанные новые методы математического моделирования и численные методы реализованы в виде комплексов программ.

Теоретическое обоснование функционирования программных комплексов принадлежит автору диссертации. А их апробация на разных этапах осуществлялась совместно с к.ф.-м.н. Е.В.Марковой, к.т.н. Н.В.Томиным и к.т.н. Д.А.Панасецким (ИСЭМ СО РАН), Dr. V.Smidl (Институт теории информации и автоматизации академии наук Чехии), Prof. Dr. A.Kokaram (TCD, Ирландия), Prof. Dr. J.-F. Lerallut (CNRS, Франция), W.S. Wei (ASTI Hlds Ltd, Сингапур), а также аспирантами соискателя А.В. Жуковым (ИГУ) и И.Р. Муфтаховым (НИУ ИрГТУ). Из совместных публикаций на защиту выносятся только результаты полученные автором лично и не затрагивают авторских прав иных лиц. Автореферат диссертации отражает ее содержание.

Диссертация «Интегральные динамические модели: приближенные методы и приложения» Сидорова Дениса Николаевича рекомендуется к защите

на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Заключение принято на расширенном заседании кафедры Математического анализа и дифференциальных уравнений Института математики, экономики и информатики ФБГУ ВПО ИГУ. Присутствовало 18 чел. Результаты голосования: «за» - 18 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет. Протокол № 2 от 14 мая 2014 года.



Зав. кафедрой математического анализа
и дифференциальных уравнений,
д.ф.-м.н., профессор
Фалалеев Михаил Валентинович

ФГБОУ ВПО «ИГУ»
ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
Специалист по кадрам
Е.И. Чудов Е.И. Чудов
«26» августа

