

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию *Хритonenko Дмитрия Ивановича*

**«Адаптивные коллективные нейро-эволюционные алгоритмы
интеллектуального анализа данных»,**

представленную на соискание учёной степени

кандидата технических наук

по специальности 05.13.01 –

**«Системный анализ, управление и обработка информации
(космические и информационные технологии)»**

1. АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время интеллектуальный анализ данных является одним из востребованных инструментариев как в сфере научных исследований, так и в производственной, экономической, социальной и др. сферах деятельности. Об этом свидетельствует и существование коммерческих площадок по направлению «*Data mining*», и проведение ежегодных конкурсов ведущими коммерческими организациями, и огромное количество публикаций в данной области. При этом число вновь формулируемых задач интеллектуального анализа данных в разы превосходит число специалистов-исследователей, что делает актуальным разработку средств автоматического генерирования эффективных моделей интеллектуального анализа данных.

Искусственные нейронные сети (ИНС) – один из распространенных инструментариев анализа данных. Их достоинство заключается в высокой точности получаемых моделей при решении широкого спектра прикладных задач. К недостаткам ИНС следует отнести высокую вычислительную сложность их формирования и обучения, а также характерную для ИНС модель «черного ящика», которая делает интерпретацию результатов затруднительной. Известно, что точность нейросетевого моделирования сильно зависит от адекватности выбора структуры ИНС и алгоритма её обучения. В настоящее время существует множество эвристических методов решения вышеуказанной проблемы, однако наиболее перспективным является использование эволюционных алгоритмов оптимизации. При использовании для проектирования ИНС эволюционных алгоритмов оптимизации становится актуальным вопрос о выборе настроек и параметров этих алгоритмов. Решение данной проблемы вызывает трудности даже у опытных исследователей и значительно отражается на качестве получаемой модели.

Разработка методов, позволяющих в автоматическом режиме выбирать конфигурацию и настраивать параметры эволюционных алгоритмов, должна обеспечить повышение эффективности получаемого решения, снижение вычислительных затрат и ослабление требований к квалификации пользователя, что в итоге должно расширить сферу применения эволюционных алгоритмов. В

последние годы предложено большое количество процедур настройки параметров эволюционных алгоритмов, однако их совместное применение при решении сложных задач оптимизации является не всегда успешным и, кроме того, недостаточно исследованным.

Стремительное развитие направления *Big Data* существенно увеличивает в случае реализации технологий анализа данных, основанных на ИНС, востребованность алгоритмов снижения размерности и объема данных. Очевидно, что разработка, развитие, реализация и практическое применение таких алгоритмов могут быть актуальными составляющими научного исследования.

С учетом всего вышеизложенного можно сделать вывод об актуальности темы диссертационной работы Хритоненко Д.И., направленной на разработку адаптивных коллективных эволюционных алгоритмов формирования искусственных нейронных сетей, используемых для интеллектуального анализа данных.

2. СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Целью диссертационной работы является повышение качества нейросетевых моделей интеллектуального анализа данных и снижение вычислительных ресурсов, требуемых для их формирования, посредством использования адаптивных эволюционных алгоритмов оптимизации.

Для достижения этой цели автором диссертационной работы выполнен анализ существующих подходов к нейросетевому моделированию, адаптации управляющих параметров эволюционных алгоритмов и селекции обучающих примеров.

По результатам выполненных исследований в диссертационной работе разработан адаптивный эволюционный алгоритм формирования коллективов искусственных нейронных сетей, позволяющий по сравнению со своей базовой версией решать задачи классификации, прогнозирования и регрессии с большей точностью и меньшими временными затратами.

Положения, теоретические выводы и практические рекомендации, предлагаемые Хритоненко Д.И., обоснованы строгими математическими описаниями и результатами сравнительного анализа с известными аналогами, применяемыми в решаемой задаче. Программные средства, реализованные на основе предложенных методов и алгоритмов, прошли апробацию при решении реальных прикладных задач.

Результаты исследования широко представлены на многочисленных конференциях, а также опубликованы в ведущих реферируемых научных журналах, в том числе, в 3 статьях в журналах из Перечня ВАК РФ и 2 статьях в изданиях, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается корректным примени-

ем методов статистической обработки данных, теории вероятностей, эволюционных вычислений, оптимизации, нейросетевого моделирования, системного анализа данных, моделирования динамических систем, выявления закономерностей в исходных данных, результатами апробации на Всероссийских и Международных конференциях, а также результатами исследований в рамках международных и отечественных проектов.

3. НАУЧНАЯ НОВИЗНА

1. Разработаны методы адаптивного управления размером популяции и интенсивностью мутации в эволюционных алгоритмах, позволяющие повысить эффективность как стандартных, так и самоконфигурируемых эволюционных алгоритмов.

2. Разработана и реализована эффективная комбинация модификаций алгоритмов самоконфигурирования, адаптации и селекции обучающих примеров в эволюционных алгоритмах.

4. Разработаны адаптивные эволюционные алгоритмы формирования искусственных нейронных сетей, реализующие встроенные процедуры отбора информативных признаков и обучающих примеров.

5. Разработан метод построения коллективов искусственных нейронных сетей, реализующий использование авторского адаптивного алгоритма генетического программирования с механизмом контроля разнообразия внутри коллектива.

Вышеизложенным аргументирована новизна основных результатов диссертационной работы и их соответствие требованиям Положения ВАК РФ.

4. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Предложенные в диссертационной работе решения вносят существенный вклад в теорию и практику методов формирования технологий интеллектуального анализа данных посредством адаптивных эволюционных алгоритмов. Автором предложены новые схемы адаптации величины мутации и размера популяции и исследовано их влияние на ход эволюционного процесса. Кроме того, алгоритм селекции обучающих примеров для задач классификации, разработанный автором, модифицирован для работы на задачах регрессии и прогнозирования.

Полученные в ходе диссертационного исследования результаты реализованы в виде математического, алгоритмического и программного обеспечения и позволяют существенно расширить область применения искусственных нейронных сетей.

5. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке с применением предложенных автором алгоритмов и методов программ-

ной системы, компоненты которой защищены 7 свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ. Реализованные программные средства могут использоваться в разных областях науки и техники при решении широкого спектра задач анализа данных.

Разработанная программная система позволяет:

- отказаться от ручной настройки большинства параметров эволюционных алгоритмов;
- повысить точность получаемых нейросетевых моделей;
- снизить вычислительные затраты на получение искомых решений;
- использовать альтернативные средства анализа данных в проектируемом коллективе.

Успешное тестирование программной системы на тестовых и практических задачах анализа данных позволяет сделать вывод о полезности ее широкого применения на практике.

Разработанные в диссертационной работе алгоритмы и методы были использованы при выполнении актуальных исследований в рамках проектов различных уровней, среди которых:

- проектное задание «Разработка теоретических основ автоматизации комплексного моделирования сложных систем методами вычислительного интеллекта» (2.1680.2017/ПЧ);
- грант РФФИ № 14-06-00256 «Информационные технологии оценки и прогнозирования экологических рисков»;
- российско-германский проект «Распределенные интеллектуальные информационные системы обработки и анализа мультилингвистической информации в диалоговых информационно-коммуникационных системах» (ФЦП ИР, ГК №11.519.11.4002);
- российско-германский проект «Математическое и алгоритмическое обеспечение автоматизированного проектирования аппаратно-программных комплексов интеллектуальной обработки мультилингвистической информации в распределенных высокопроизводительных системах космического назначения» (ФЦП НПК, ГК № 16.740.11.0742);
- грант РФФИ № 16-41-243064 «Разработка алгоритмов проектирования кооперативных эволюционно-бионических технологий интеллектуального анализа данных с использованием систем на нечеткой логике».

Достоинством диссертационной работы, подтверждающим ее несомненную практическую направленность и значимость, является то, что она была поддержана Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «У.М.Н.И.К» по проекту «Разработка нейроэволюционных алгоритмов коллективного типа для решения задач интеллектуального анализа данных» в 2014 – 2016 гг., а также Красноярским Краевым фондом науки в рамках проекта «Распределенные самоконфигурируемые эволюционные алгоритмы автоматического формирования искусственных нейронных сетей».

6. ЗАМЕЧАНИЯ

1. Следовало бы выполнить сравнительный анализ предлагаемого эволюционного алгоритма оптимизации с многокритериальными аналогами.

2. Следовало бы исследовать вопрос о перспективности проектирования рекуррентных нейросетевых моделей с применением предлагаемого автором эволюционного алгоритма.

3. Понятия «алгоритм», «метод» и «подход» используются как взаимозаменяемые.

4. В диссертационной работе представлены таблицы с агрегированными результатами тестирования разработанных методов и алгоритмов, что не позволяет в полной мере оценить все достоинства предлагаемых авторских разработок. Очевидно, следовало бы вынести более подробную информацию о результатах выполненных исследования в приложение к диссертационной работе.

5. Представление известных алгоритмов адаптации носит в диссертационной работе описательный характер. Очевидно, следовало бы представить описание этих алгоритмов в более структурированном виде.

6. В диссертационной работе отсутствуют материалы, подтверждающие наличие актов внедрения и свидетельств о регистрации программных средств.

7. Наличие орфографических ошибок и стилистических неточностей.

Однако указанные недостатки носят локальный характер и не снижают ценности полученных результатов.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа обладает высокой научной новизной, а также теоретической и практической значимостью. Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Оформление диссертационной работы соответствует требованиям, установленным Министерством образования и науки Российской Федерации.

Опубликованные автором научные работы достаточно полно отражают результаты исследований, представленных в диссертационной работе.

Основные результаты диссертационных исследований опубликованы в 25 научных работах, в том числе в 3 статьях в изданиях, входящих в Перечень ВАК, и 2 статьях, в изданиях, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus, а также в материалах Всероссийских и Международных конференций. Автором получены 7 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

В автореферате диссертационной работы полностью отражены основные полученные автором результаты и дано краткое изложение содержания выполненных исследований. Содержание разделов автореферата полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

Диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Хритonenко Дмитрий Иванович, достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии)».

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры
«Вычислительная и
прикладная математика»
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет»

_____ Демидова Л.А.
« 28 » _____ 11 2017 г.

Адрес места работы:

г. Рязань, 390005, ул. Гагарина, д. 59/1

<http://www.rsreu.ru>

Тел.: (4912) 46-03-03

E-mail: rgrtu@rsreu.ru

Подпись Демидовой Лилии Анатольевны заверяю.

Ученый секретарь
ученого совета РГРТУ



В.Н. Пржегорлинский