

## ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию **Поляковой Анастасии Сергеевны "Коллективные методы интеллектуального анализа данных на основе нечеткой логики"**, представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (космические информационные технологии)»

### **1. АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ**

На сегодняшний день развитие информационных технологий и, в частности, алгоритмов машинного обучения, позволило решить множество задач во всех областях человеческой деятельности – от техники до медицины и социологии. Тем не менее, значительное число задач анализа данных не получается решить на необходимом уровне точности с использованием только одной интеллектуальной информационной технологии. Соответственно, возникает необходимость формирования из них алгоритмического ядра, что требует значительных временных и вычислительных ресурсов, и предъявляет высокие требования как к разработчику интеллектуальных информационных технологий, так и к конечному пользователю.

Диссертация Поляковой А.С. посвящена актуальной проблеме формирования коллективных систем принятия решений на основе нечеткой логики. Во времена появления первых работ в области нечетких систем главной целью, преследуемой исследователями, являлось формирование интерпретируемых и легко понятных нечетких правил. Данные системы обладают возможностью строить прозрачные процедуры вывода, т.е. они являются моделями «белого ящика». Основная тенденция в исследованиях последних десятилетий заключается в корректном подборе параметров систем на нечеткой логике: тип функции принадлежности, параметры базы правил, параметры лингвистических переменных. А при построении коллективной системы принятия решений исследования связаны с построением подходов и алгоритмов для выбора агентов в коллектив и формирования коллективного вывода.

Таким образом, можно сделать вывод об актуальности темы рассматриваемой диссертационной работы, направленной на разработку комплексной процедуры, реализующей алгоритм на основе нечеткой логики для формирования коллектива и подходов к проектированию различных этапов его построения.

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

Целью диссертационной работы является повышение эффективности интеллектуальных технологий анализа данных путем автоматизированного формирования коллективов алгоритмов с помощью специальных систем на нечеткой логике.

Для достижения этой цели в диссертационной работе выполнен по-

дробный анализ известных подходов к формированию коллективных систем принятия решений, к формированию параметров нечеткой системы, правил нечеткого вывода и соответствующих им баз правил с целью выявления наиболее эффективных подходов и направлений.

Научные положения, теоретические выводы и практические рекомендации, предлагаемые автором, обоснованы корректным применением современного математического аппарата и результатами сравнительного анализа разработанных автором алгоритмов и методов с известными аналогами, применяемыми в контексте решаемых задач. Программные системы, реализованные на основе предложенных алгоритмов и методов, прошли апробацию при решении тестовых и 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 3 статьях в изданиях, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечены корректным применением методов статистической обработки данных, теории вероятностей, эволюционных вычислений, оптимизации, нечеткой логики, системного анализа данных, результатами апробации на Всероссийских и Международных конференциях, а также результатами исследований в рамках международных и отечественных проектов.

### **3. НАУЧНАЯ НОВИЗНА**

В диссертации получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

- метод формирования коллективного вывода с помощью новой схемы на основе нечеткой логики, отличающейся способом принятия решения, а именно процедурой отбора агентов для принятия решения в коллективе на основе параметров системы на нечеткой логике с последующим формированием коллективного вывода с помощью процедур голосования;

- эволюционная процедура выбора агентов для формирования эффективных коллективов, отличающаяся использованием многокритериального генетического алгоритма при формировании коллективного решения на основе системы на нечеткой логике;

- эволюционная процедура автоматизированного формирования базы правил, отличающаяся иерархической структурой;

- система на основе нечеткой логики для формирования коллективов моделей и алгоритмов анализа данных для решения задач классификации и регрессии, отличающаяся от известных адаптивной процедурой формирования коллективного решения;

- комплексная процедура автоматизированного формирования системы коллективного вывода на основе нечеткой логики, отличающаяся возможностью перераспределения вычислительных ресурсов на разных этапах формирования системы на нечеткой логике для коллективного принятия решения, а также возможностью изменения их последовательности.

#### 4. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в разработке алгоритма коллективного вывода в задачах классификации и регрессии на основе нечеткой логики и механизмов нечеткого вывода, позволяющего учитывать эффективность интеллектуальных агентов в различных точках пространства принятия решения и представляющего процедуру вывода решения на языке близком к рассуждениям эксперта. Это в свою очередь позволяет достаточно гибко настраивать вывод с учетом специфики решаемой задачи и делает процедуру понятной экспертам предметной области задачи.

Предложенные в диссертационной работе решения вносят существенный вклад в теорию и практику коллективных методов принятия решения и позволяют строить гибридизированные системы, сочетающие в себе классические подходы, такие как голосование и взвешенное голосование, а также новый подход на основе нечетких логических систем.

Полученные решения были представлены в виде алгоритмических схем, а также реализованы в виде программных систем и исследованы на представительном множестве тестовых и практических задач.

Совокупность полученных результатов позволяет существенно расширить применимость методов машинного обучения на практике за счет их интеграции в коллективы и снижает зависимость эффективности решения задачи от индивидуальных настроек отдельных методов.

#### 5. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Практическая ценность диссертационной работы Поляковой А.С. заключается в разработке с применением предложенных автором алгоритмов и методов программной системы, компоненты которой защищены свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ. Данная программная система может использоваться в разных областях науки и техники при решении широкого спектра задач классификации и регрессии.

Предложенный подход к формированию коллективной системы принятия решений на основе систем на нечеткой логике позволяет за счет эффективного агрегирования различных моделей и алгоритмов и автоматизированного формирования итогового вывода на основе ряда оптимизационных процедур позволяет получать решения лучше, чем лучший из агентов.

Успешное тестирование программной системы на задачах классификации и регрессии из различных прикладных областей позволяет сделать вывод о перспективности ее применения и при решении реальных практических задач. С помощью данной системы были решены следующие практические задачи: распознавание лиц по изображению, прогнозирование эмоционального состояния человека по аудиоданным, прогнозирование криолитового соотношения в металлургической отрасли.

Разработанные в диссертационной работе алгоритмы и методы были использованы при выполнении актуальных исследований в рамках международных проектов, в частности российско-германского «Advanced feature

selection techniques for multimodal emotion recognition» (г. Ульм, Германия) и российско-словенского «Application of artificial intelligence methods on small field robot» (г. Крань).

Предложенные автором решения были апробированы в рамках таких проектов как «Разработка теоретических основ автоматизации комплексного моделирования сложных систем методами вычислительного интеллекта» (в рамках Государственного задания СибГУ им. М.Ф. Решетнева) и «Распределенные самоконфигурируемые многоагентные технологии проектирования и управления интеллектуальными информационными сетями» (в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы»).

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.» в рамках НИОКР «Разработка системы автоматического распознавания и классификации дефектов элементов панелей солнечных батарей».

## 6. ЗАМЕЧАНИЯ

При изучении диссертации и автореферата выявлены следующие недостатки.

1. Изложение всех созданных алгоритмов и методов носит описательный характер, было бы необходимо представить их в обозримой, графической форме.

2. На рис. 2 и далее используются нераскрытые аббревиатуры.

3. Используется то понятие «эволюционные алгоритмы», то «генетические алгоритмы». В чем разница?

4. Глава 4 носит по сути описательный характер. Так, например, в автореферате слабо представлены доказательные элементы, объясняющие преимущество разработанных алгоритмов и методов.

5. Результат 6 (исследована работоспособность...) не позволяет перейти к выводу о повышении эффективности. Формулировку стоило бы усилить.

Однако указанные недостатки не носят принципиального характера и не снижают ценности полученных результатов.

## 7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная к защите диссертационная работа изложена последовательно, написана хорошим научно-техническим языком, является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему, и содержит решение научной задачи, заключающейся в повышении качества решения задач обработки информации с помощью коллективных систем принятия решений, и имеющей важное народно-хозяйственное значение при создании программных решений для различных отраслей народного хозяйства.

Представленная диссертационная работа может быть оценена как научно-квалификационная работа, отличающаяся научной новизной, а также тео-

ретической и практической значимостью.

Диссертационная работа обладает внутренним единством, содержит научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и рекомендации по их практическому применению. Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

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

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

Основные результаты диссертационных исследований опубликованы в 19 научных работах, в том числе 3 статьях в изданиях, входящих в Перечень ВАК, и 3 статьях, в изданиях, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus, а также в материалах Всероссийских и Международных конференций. Автором получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

В автореферате полностью отражены основные результаты диссертационной работы и дано краткое изложение содержания проведенных исследований. Все требуемые разделы автореферата представлены в полном объеме, а их содержание соответствует содержанию диссертационной работы.

Считаю, что диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Полякова Анастасия Сергеевна, достойна присуждения ей 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 автоматизированных и вычислительных систем  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

01.11.2019 г.

Кравец Олег Яковлевич

Специальность, по которой защищена докторская диссертация: 05.13.01.

394026, г. Воронеж, Московский проспект, д. 14

e-mail: post@vorstu.ru

тел. +7(473) 243-77-18

Подпись Кравца Олега Яковлевича завершено

Проректор по научной работе



И.Г. Дроздов