

## **ОТЗЫВ**

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

### **Актуальность темы диссертации**

Диссертация Поляковой А.С. посвящена разработке и исследованию методов автоматизированного формирования коллективных моделей принятия решений на основе нечеткой логики с использованием эволюционных алгоритмов для решения распознавания, прогнозирования и моделирования.

Расширяющийся спектр интеллектуальных информационных технологий предоставляет новые возможности в вопросах решения задач интеллектуального анализа данных. Каждая технология имеет свои преимущества и недостатки, которые различным образом проявляются применительно к разным задачам. Поэтому дальнейшее развитие этой области видится в синтезе интеллектуальных информационных технологий в рамках каждой решаемой задачи с целью усилить преимущества и компенсировать недостатки отдельно взятых технологий. Возникают задачи организации синтеза используемых технологий в единую систему, для решения которых соискатель предлагает использовать систему управления на нечеткой логике для автоматизированного формирования моделей, построенных отдельными интеллектуальными информационными технологиями при решении задач интеллектуального анализа данных.

### **Структура работы**

Введение диссертационной работы посвящено обоснованию актуальности выбранной темы, формулировке цели диссертации и решаемых задач, изложению положений научной новизны, выносимых на защиту.

В первой главе рассмотрены существующие подходы к принятию решений коллективом, а также предложен и описан альтернативный подход к коллективному принятию решений с помощью системы, построенной на основе нечеткой логики. Эффективность предложенного подхода исследована и доказана на множестве известных наборов тестовых задач регрессии и классификации.

Во второй главе описана новая процедура автоматизированного формирования состава коллектива агентов и опорного множества. Показана эффективность предложенной процедуры. На основе результатов вычислительных экспериментов доказана эффективность процедуры эволюционного отбора успешных агентов-моделей в ходе решаемых тестовых задач. Показана вычислительная эффективность предложенной процедуры, которая позволяет, не теряя точности решения задачи, снизить

затраты вычислительных ресурсов за счет корректного формирования опорного множества генетическим алгоритмом с использованием оригинального способа кодирования точек обучающего множества.

В третьей главе предложен и исследован двухступенчатый подход для автоматического формирования базы правил и их последующего отбора на базе эволюционных методов однокритериальной и многокритериальной оптимизации. Эффективность подхода показана на решенных задачах классификации. Здесь же рассмотрены несколько подходов и методов к построению нечетких БП и настройке семантики лингвистических переменных с применением различных эволюционных алгоритмов. Протестирована эффективность методов построения нечетких баз правил на основе результатов решения задач регрессии.

Четвертая глава посвящена проверке и демонстрации эффективности предложенного алгоритмического аппарата в сравнении с существующими алгоритмами машинного обучения при решении практических задач распознавания лиц по изображениям, распознавания эмоций по аудиоданным, а также прогнозирования криолитового соотношения в алюминиевом производстве.

В заключении подведены итоги, сформулированы основные результаты и сделаны выводы по диссертационной работе.

### **Научная новизна полученных результатов**

Новыми научными результатами диссертации Поляковой А.С. являются:

1. Новая схема формирования коллективного вывода на основе нечеткой логики, отличающаяся иерархической процедурой интеграции правил коллективного вывода.
2. Эволюционная процедура выбора агентов для формирования эффективных коллективов, отличающаяся от известных использованием нескольких критериев эффективности.
3. Эволюционная процедура автоматизированного формирования базы правил, отличающаяся от известных применением двух уровней эволюции и способом представления решения в бинарном пространстве поиска.
4. 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.
5. Комплексная процедура автоматизированного формирования системы коллективного вывода на основе нечеткой логики, отличающаяся возможностью эффективного перераспределения вычислительных ресурсов.

Результаты все получены лично автором и полностью опубликованы.

## **Обоснованность и достоверность результатов и выводов диссертации**

Основные положения, рекомендации и выводы, представленные в диссертационной работе, достаточно обоснованы и аргументированы. Достаточно полный обзор существующих подходов коллективного принятия решений и комбинаций отдельных технологий в коллективе позволил обосновано выявить имеющиеся преимущества и недостатки, что послужило теоретической основой для разработки методов коллективного принятия решений на основе нечеткой логики при решении задач интеллектуального анализа данных.

Предложенные в работе Поляковой А.С. методы, схемы и процедуры были проверены на разнообразных тестовых и практических задачах. Был проведен сравнительный анализ эффективности разработанного алгоритмического аппарата с существующими аналогами.

Результаты диссертационного исследования обсуждались более чем на десяти конференциях различного уровня. Кроме того, опубликовано 19 печатных работ, включая 3 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах, и 3 статьи в научных изданиях Перечня ВАК.

### **Значимость для науки и практики**

Научная значимость заключается в разработке алгоритмического и программного обеспечения для решения задач интеллектуального анализа данных с помощью коллективного подхода к решению на основе применения эволюционных процедур и нечеткой логики, позволившего повысить эффективность по точности решаемых задач в сравнении с известными аналогичными алгоритмами машинного обучения.

Ценность для практики и значимость разработанных схем и процедур состоит в возможности сокращения значительных вычислительных и временных затрат при выборе наиболее эффективного алгоритма и настройки его параметров и облегчает их применение конечным пользователем, не обладающим специальными знаниями в области коллективного принятия решений и интеллектуального анализа данных.

Отметим, отдельно практический результат заключающийся в прикладном применении комплексной процедуры автоматизированного формирования системы коллективного вывода на основе нечеткой логики, отличающийся эффективным перераспределением вычислительных ресурсов.

### **Замечания по работе**

1. В альтернативном подходе к коллективному принятию решений на основе нечеткой логики автором предлагается использовать процедуры итогового формирования решения с помощью только «среднего» и «взвешенного среднего», когда как Петровский А.Б. в своих работах

при решении задач коллективного принятия решений показал преимущество применения именно математического аппарата мультимножеств.

2. В результатах исследований второй главы отсутствует более детальный сравнительный анализ, подтверждающий заявленную эффективность использования вычислительных ресурсов при выборе точек в опорной множестве.

3. Полагаю, что следовало бы более внимательно отнестись к вопросу выбора параметров настроек различных эволюционных алгоритмов однокритериальной и многокритериальной оптимизации. От грамотного выбора их настроек может существенно измениться качество результатов конечной решаемой задачи интеллектуального анализа данных.

4. Обоснование актуальности работы сформулировано излишне многословно.

5. После формул, например, (1.12)-(1.15) отсутствуют необходимые знаки препинания.

6. В формуле (1.13) обозначение *alf*  $a_i$  не раскрыто, и читателю приходится догадываться.

7. Оси некоторых графиков (например, рис.1.5-1.8) подписаны только на английском языке. Следовало перерисовать или дать перевод, т.к. диссертация представляется к защите на русском языке. Подписанная подпись к перечисленным рисункам («График базовой переменной...») не вполне корректна: график может быть построен для функции, а не для переменной. Очевидно, что здесь дан график зависимости значений одной переменной от значений другой.

8. Не ясно, что именно призван проиллюстрировать рисунок 2.11, при том, что чуть выше дано исчерпывающее описание способа кодирования.

Считаю, что сделанные замечания не влияют существенно на общую положительную оценку диссертационной работы в целом.

### **Оценка диссертационной работы в целом**

Диссертация Поляковой Анастасии Сергеевны «Коллективные методы интеллектуального анализа данных на основе нечеткой логики» соответствует специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации, обладает внутренней целостностью и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований представлены новая схема коллективного вывода с иерархической процедурой интеграции правил на основе нечеткой логики, эволюционная процедура формирования базы правил, процедура автоматизированного формирования системы коллективного вывода, что имеет существенное значение для теории и практики системного анализа и обработки информации.

Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Полякова Анастасия Сергеевна достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент  
Кандидат технических наук,  
ведущий специалист по АСУ ТП  
горнорудной промышленности  
АО «СИНЕТИК» (г. Новосибирск)

28.10.2019

Сташков Дмитрий Викторович

630009, г. Новосибирск, ул. 3-го Интернационала, 127  
АО «СИНЕТИК», тел. (383) 2667532  
stashkov@sinetic.ru

Подпись Сташкова Д.В. заверяю

