

## ОТЗЫВ

официального оппонента Найхановой Л.В. на диссертационную работу Харахинова Владимира Александровича "Нейросетевые технологии решения задач кластеризации и классификации данных в технических системах", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

### **Актуальность темы исследования**

Интеллектуальный анализ данных связан с поиском в данных скрытых закономерностей, позволяющих получить новые знания об исследуемых данных. Интерес к методам анализа данных возник в связи с развитием средств сбора и хранения данных, позволившим накапливать большие объемы информации. Естественно, что перед специалистами встал вопрос об обработке этих данных.

Статистические методы покрывают лишь часть нужд по обработке данных, и для их использования необходимо иметь четкое представление об искомым закономерностях. В такой ситуации методы интеллектуального анализа данных имеют большую актуальность. Так как их основная особенность заключается именно в установлении наличия и характера скрытых закономерностей в данных, тогда как традиционные методы занимаются главным образом параметрической оценкой уже установленных закономерностей.

Среди методов интеллектуального анализа данных большую актуальность имеют методы решения задач классификации и кластеризации, основанные на применении искусственных нейронных сетей. В связи с этим достаточную актуальность имеет разработка методики обработки данных при инициализации параметров нейронных сетей. Соответственно нейросетевые технологии решения задач кластеризации и классификации данных, использующие данную методику и которым посвящена представленная диссертационная работа, также актуальны.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Результаты и выводы диссертационной работы основаны на применении методов системного анализа, теории сетей Петри, теории информации, теории искусственных нейронных сетей, методы редукции признаков пространства, эволюционных вычислений. Применение этих методов позволяет согласиться, что теоретические выводы и прикладные результаты обоснованы и достоверны. Результаты диссертационного исследования также подтверждают, что научные положения, выносимые на защиту вполне обоснованы. Выводы диссертационной работы в полной мере отражают результаты, полученные автором при теоретических и экспериментальных исследованиях.

### **Достоверность и новизна, полученных результатов**

Достоверность полученных результатов гарантируется корректным использованием методов системного анализа, теории сетей Петри, теории информации, теории искусственных нейронных сетей, методов редукции признаков пространства, эволюционных вычислений. Данные методы и теории квалифицированно оценены в работе и их использование обоснованно, что позволяет утверждать, что полученные результаты достоверны.

Достоверность полученных результатов также подтверждается совпадением результатов решения задач классификации и кластеризации, которые были получены другими авторами и подтверждается актами внедрения.

Новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

1. Впервые разработана методика совместного использования слоя Кохонена и генетического алгоритма с редукцией данных, повышающая качество результатов проводимого кластерного анализа объектов.

2. Предложено использование автокодировщика в качестве эффективного альтернативного способа нормализации анализируемых данных по отношению к общеизвестным способам.

3. Реализован новый подход к редукции данных для задач классификации и кластеризации.

4. Спроектировано и разработано специальное алгоритмическое обеспечение системы анализа, управления, принятия решений и обработки информации, отличающее совместным использованием общеизвестных и предложенных автором методик для классификации и кластеризации технических объектов.

### **Теоретическая и практическая значимость полученных результатов**

*Теоретическая значимость* полученных результатов заключается в разработке методики совместного использования генетического алгоритма и алгоритма К-средних для настройки параметров самоорганизующегося слоя Кохонена, направленной на повышение качества результатов кластеризации и в конечном итоге на повышение эффективности принятия решений при выборе методов исследования.

*Практическая значимость* заключается в том, что разработанные в диссертации концепция, алгоритмы и методы, программы, реализующих их, могут использоваться для обработки данных в различных отраслях промышленности и иных предметных областях, что подтверждается соответствующими актами о внедрении.

### **Оценка содержания диссертации, ее завершенность**

Результаты диссертационной работы соответствуют пунктам паспорта специальности 2.3.1: п. 3 «Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта», п. 5 «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта», п. 10 «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах», п. 12 «Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации».

Диссертационная работа изложена на 139 страницах, состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы (107 источников) и пяти приложений.

*Во введении* обоснована актуальность диссертационной работы, изложены цель, объект, предмет и задачи исследования, определены методы исследования, научная и практическая значимость работы, изложены научные положения, выносимые на защиту.

*В первой главе* показана актуальность решения задач классификации и кластеризации в технических системах и обоснована необходимость создания для их решения нейросетевых технологий с включением алгоритмов эволюционных вычислений. Обоснована разработка системы поддержки принятия решений (СППР).

*Вторая глава* посвящена проектированию СППР. Разработана архитектура СППР и диаграмма потоков данных, отображающая принцип работы разрабатываемой системы. СППР предназначена для выбора методов решения, необходимых для решения прикладных задач из различных предметных областей. Лицом, принимающим решения, определен исследователь. Предложена методика использования генетического алгоритма для предварительной настройки матрицы весов слоя Кохонена. Методика позволяет определить начальные координаты центров кластеров слоя Кохонена. При этом генетический алгоритм обоснованно основан на принципах работы алгоритма К-средних. Для проектирования и анализа работы системы разработана сеть Петри.

В третьей главе представлена программная реализация разработанного математического и алгоритмического обеспечения. Изложены результаты апробации программного обеспечения созданной системы на примере решения задач анализа дорожно-транспортных происшествий. Представлены также результаты апробации разработанной методики повышения качества кластеризации деталей машиностроения на основе нейронных сетей, при анализе денежных купюр Европейского центрального банка, при анализе урожайности картофеля в различных районах Иркутской области. Все результаты апробации показали, что применение нейросетевых технологий дают приемлемые результаты.

Заключение содержит основные результаты работы. В приложениях приведены акты внедрения и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, а также часть программного кода одного из модулей системы.

Просматривается внутренне единство текста и его завершенность.

Оформление диссертации соответствует действующим стандартам. Рубрикация по главам и параграфам отвечает логике изложения. Иллюстративный материал дополняет текст.

Основные результаты опубликованы в 10 научных работах, из которых 4 являются статьями в журналах ВАК и 1 статья в журнале, индексируемом международной базой Scopus, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, а также апробированы на 5 научных конференциях.

Текст диссертации описывает основные идеи работы и полученные результаты, а также раскрывает ее научную и практическую ценность.

#### **Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования**

В качестве достоинства диссертационного исследования можно отметить разработанную методику применения генетического алгоритма совместно с нейронной сетью Кохонена и систему поддержки принятия решений по выбору интеллектуальных методов решений необходимых для решения прикладных задач. Как методика, так и система имеют хорошие перспективы для развития. Они могут быть расширены для разных видов нейронных сетей и реализованы как программное обеспечение по типу SAAS. В этом случае их смогут использовать в своей работе не только исследователи неспециалисты в области ИТ и искусственном интеллекте, но и обычные пользователи. Кроме того, следует отметить хороший язык изложения материала.

В качестве замечаний и недостатков можно отметить:

1. Недостаточно обоснован выбор сети Кохонена. Сегодня для кластеризации применяются различные глубокие нейронные сети: полносвязные нейронные сети, сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные и другие, которые дают неплохие результаты.

2. Недостаточно обоснован выбор MATLAB в качестве языка программирования и среды разработки. Чем он лучше для программной реализации языков высокого уровня Python или C++, или Java осталось невыясненным.

3. Список литературы содержит один более менее новый источник под номером 24 2017 года опубликования, остальные источники более ранних годов.

4. В работе не один раз встречается фраза "На сегодняшний день применяется ..." и указывается источник. Например: "На сегодняшний день применяется улучшенный критерий варимакс, в котором требуется, чтобы финальные нагрузки отвечали максимуму функции [39]". [39] – это источник 1972 года.

5. Выводы по главам носят констатирующий характер, изложенного в главе материала.

6. Имеются орфографические неточности при оформлении диссертационной работы.

Отмеченные недостатки снижают качество исследований, но они не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования.

### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Содержание автореферата в полной мере соответствует содержанию диссертации и отражает основные результаты выполненных исследований.

Анализ содержания автореферата, диссертации и публикаций автора позволяет оценить работу как завершённую и соответствующую паспорту специальности, по которой данная диссертация представлена к защите.

### **Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11.-2011**

Текст диссертации и автореферата оформлен по ГОСТ Р 7.0.11.-2011, а также в соответствии с требованиями ВАК. Материал диссертации изложен грамотно и логически последовательно. Рисунки и графики информативно иллюстрируют результаты исследования, помогают их восприятию и пониманию.

### **Заключение**

Диссертационная работа Харахинова Владимира Александровича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной лично автором, в которой содержится решение научной задачи, заключающейся в разработке нейросетевых технологий решения задач кластеризации и классификации данных в технических системах, имеющей существенное значение в процессе обработки данных и поиске скрытых зависимостей с целью повышения качества решения задач кластеризации и классификации.

Диссертационная работа соответствует критериям пп. 10, 11 и 14 "Положения о порядке присуждения ученых степеней", а ее автор Харахинов Владимир Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент:

Найханова Лариса Владимировна,  
Доктор технических наук, профессор.



Наименование специальности оппонента: 2.3.5 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей (05.13.11).

Профессор кафедры "Программная инженерия и искусственный интеллект" государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления".

Адрес электронной почты: [obeke\\_nlv@mail.ru](mailto:obeke_nlv@mail.ru)

Почтовый адрес: 670013, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40В, ВСГУТУ, строение

1.

Тел.: (3012)43-14-15, e-mail: [office@esstu.ru](mailto:office@esstu.ru), сайт: <https://www.esstu.ru/index.htm>



11.09.2023