

«УТВЕРЖДАЮ»

Исполнительный директор по науке и инновациям

НИУ «БелГУ»,

Математических наук

Н.И. Репников

12 \_\_\_\_\_ 2023 г.



## ОТЗЫВ

ведущей организации

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» на диссертационную работу Федутинова Константина Александровича «Интеллектуализация процессов принятия решений в организационных системах в условиях оперативного анализа мониторинговых данных», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах.

### Актуальность темы исследования

Качество принятия решений при управлении организационными системами зависит не только от полноты информации о текущем состоянии системы, но и от используемого алгоритмического аппарата для анализа этого состояния. Необходимость применения мониторинговых данных при управлении организационными системами связана с тем, что повсеместная цифровизация и переход к электронному управлению требуют внесения существенных изменений в управленческий процесс. Усиление внимания к мониторингу вытекает из необходимости учета темпа трансформации внешней и внутренней среды организации.

Однако большой объем мониторинговых данных вызывает сложности при их анализе и обработке, особенно если эти данные поступают из разных источников, что приводит к их неоднородности данных, наличию шумов, пропусков и ошибок. Поэтому решение задач управления на основе мониторинговых данных требует нового системного подхода к разработке алгоритмического аппарата для улучшения качества обработки информации на основе повышения скорости, точности, а также обеспечения объяснимости результатов.

В настоящее время ведутся активные исследования в области разработки систем управления, основанных на данных, но, в целом, этот процесс еще далек до своего логического завершения. В связи с этим, тема диссертационной работы Федутинова К.А., в которой предложен подход к алгоритмизации процессов принятия управленческих решений в организационных системах на

основе интеллектуальных методов анализа мониторинговых данных, является актуальной.

### **Структура и содержание диссертации**

На рассмотрение ведущей организации представлены диссертация и автореферат. Представленная на отзыв диссертация Федутинова К.А. имеет общий объем 123 страницы и включает в себя введение, четыре главы, заключение, список использованных источников, приложение. Список использованных источников достаточно полон, содержит современные отечественные и зарубежные источники и включает 99 наименований.

Введение диссертации описывает актуальность исследования, цели и задачи работы.

В первой главе рассмотрены методы повышения эффективности алгоритмов поддержки принятия управленческих решений на основе мониторинговых данных. Предложена структурная схема процесса управления в организационных системах на основе мониторинговых данных с контуром обратной связи.

Во второй главе диссертационной работы рассмотрен подход к разработке систем поддержки принятия управленческих решений на основе мониторинговых данных и предложена структурно-функциональная модель такой системы. Обосновано использование нейронных сетей семейства ART (Adaptive Resonance Theory), отличающихся стабильной и быстрой атрибуцией данных и возможностью инкрементного запоминания новой информации, для разработки методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений при обработке оперативно поступающей мониторинговой информации. Предложена архитектура ансамбля сетей Fuzzy ARTMAP для повышения точности и скорости обработки и структуризации мониторинговых данных, а также алгоритм автоматической настройки параметров данного ансамбля.

В третьей главе представлена архитектура нейро-нечеткой сети Cascade ARTMAP и предложена ее модификация для автоматизированной выработки управленческих решений и рекомендаций при обработке мониторинговых данных. Для обучения предлагаемой сети необходима ее инициализация некоторым начальным обучающим набором правил (сформированных экспертами или извлеченных из регламентов к показателям мониторинга), а затем сеть инкрементно обучается с использованием описанного в данной главе механизма обратного отслеживания, пополняя существующий набор правил и адаптивно реагируя на оперативно поступающую мониторинговую информацию. В архитектуре предлагаемой сети заложен внутренний механизм преобразования результатов обработки мониторинговых данных в набор понятных для ЛПР правил формата "если-то".

В четвертой главе представлены результаты практической апробации разработанных методов поддержки принятия решения на основе нейросетевых интерпретируемых алгоритмов анализа мониторинговых данных в Центре гигиены и эпидемиологии Воронежской области. Описан проведенный с использованием разработанного ПО анализ риска загрязнения окружающей

среды в районах Воронежской области. Разработана и апробирована схема структурно-функциональной организации системы поддержки управления охраной природы на основе мониторинговых данных.

В заключении изложены основные результаты исследования, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки, которые подтверждают достижение сформулированной цели и реализации поставленных задач.

Название диссертации отражает ее содержание, материал изложен корректно. Основное содержание диссертации предложено последовательно и логично.

Представленный автореферат правильно отражает содержание диссертации. Автореферат соответствует установленным стандартам. Основные научные результаты и достижения достаточно полно отражены в публикациях, в том числе и в журналах из перечня ВАК.

### **Научная новизна полученных результатов**

Следует отметить следующие научные результаты, характеризующиеся научной новизной:

1. Формализованная модель поддержки принятия управляющих решений на основе мониторинговых показателей, отличающаяся использованием инкрементных нейросетевых алгоритмов интеллектуального анализа данных как средства совершенствования процессов управления в организациях.

2. Модифицированный алгоритм кластеризации данных на основе нейронных сетей архитектуры Fuzzy ART, отличающийся возможностью выявлять скрытые структурные связи между наборами оперативно поступающих мониторинговых показателей, ограничивать число создаваемых кластеров и автоматически настраивать гиперпараметры сети в процессе ее инкрементного обучения.

3. Алгоритм классификации данных на основе ансамбля нейронных сетей семейства Fuzzy ARTMAP, отличающийся возможностью анализировать большие объемы мониторинговых данных с учетом присутствия в них шумов, пропусков и ошибок, оперативно адаптируясь к поступающему потоку информации.

4. Модифицированный алгоритм обработки мониторинговых данных на основе нейро-нечеткой сети архитектуры Cascade ARTMAP, отличающийся возможностью в автоматическом режиме генерировать решающие правила, позволяющие формировать варианты управляющих решений.

5. Структура программного комплекса с механизмами встраивания в системы поддержки принятия решений, отличающегося возможностью в непрерывном режиме обрабатывать мониторинговые данные с использованием методов инкрементного обучения, извлекать из этих данных решающие правила и формировать на основе этих правил управляющие решения.

### **Значимость результатов исследования для науки и практики**

Полученные в диссертации Федутинова К.А. результаты имеют важное теоретическое и практическое значение. Теоретические результаты диссертационной работы в виде комплекса моделей и алгоритмов внедрены в



учебный процесс ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». Практическая значимость работы заключается в том, что предлагаемые методы и интеллектуальные алгоритмы оперативного анализа данных экологического мониторинга позволяют усовершенствовать информационное обеспечение процессов управления в организациях и повысить эффективность и степень автоматизации процессов принятия решений. Они могут применяться для определения эффективной стратегии оперативного реагирования на поступающую мониторинговую информацию. В частности, разработанные алгоритмы могут быть использованы в научно-исследовательских и проектных организациях, занимающихся созданием специального программного обеспечения систем экологического мониторинга территорий, и могут являться основой для разработки новых модулей в составе систем поддержки принятия решений в задачах управления охраной природы.

#### **Обоснованность и достоверность научных результатов и выводов**

Достоверность научных результатов диссертации подтверждается проведенными в достаточном объеме вычислительными экспериментами и практической реализацией разработанных методов для решения задач прогнозирования проблемных состояний.

Основные положения и научные результаты диссертации докладывались и обсуждались на следующих конференциях: Всероссийской молодёжной научной школе «Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах» (Воронежский государственный технический университет, 13 декабря 2017 г.), Международных научно-технических конференциях «Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики» (Воронежский государственный университет, 18–20 декабря 2017 г., 17–19 декабря 2018 г. и 11–12 ноября 2022 г.); XVII и XIX международных научно-методических конференциях «Информатика: проблемы, методология, технологии» (Воронежский государственный университет, 9-10 февраля 2017 г. и 14-15 февраля 2019 г.); XVI Всероссийской школе-конференции молодых ученых «Управление большими системами» (Тамбовский государственный технический университет, 10 – 13 сентября 2019 г.); V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы физико-математических наук» (Орловский государственный университет, 26-29 сентября 2019 г.); научных семинарах и заседаниях кафедры математических методов исследования операций Воронежского государственного университета в 2017-2023 гг.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 19 научных статьях. 8 статей опубликованы в журналах, рекомендуемых ВАК РФ, в том числе 3 из них проиндексированы в Scopus. Имеется 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

#### **Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования**

Предложенные модели и методы могут быть использованы в научно-исследовательских и проектных организациях, занимающихся разработкой

специального программного обеспечения систем экологического мониторинга территорий.

Проведенные в диссертации исследования целесообразно продолжить и использовать для формирования цифровой среды управления в других классах организационных систем, опирающихся при принятии решений на реальные данные, поступающие в оперативном режиме. В частности, к таким относятся финансовые организации, транспортные компании, медицинские организации, телекоммуникационные компании, организации государственного и муниципального управления и др.

Теоретические материалы и созданные на их базе модели, методы, алгоритмы и программы рекомендуется применять в учебном процессе при проведении лекционных и практических занятий по дисциплинам «Современные нейросетевые технологии», «Управление в социальных и экономических системах», «Математические методы принятия решений» в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

#### **Замечания:**

1. В диссертации очень много внимания уделяется математическому и алгоритмическому этапам разработки предлагаемой СППР, хотелось бы более подробного описания возможностей ее практического применения в задачах управления организационными системами.

2. В главе 2 при описании вычислительного эксперимента автор указывает, что для проведения анализа возможности использования сетей семейства ART для обработки потоковых данных был сгенерирован поток 10-мерных данных, но не обосновывает выбор размерности потока (стр. 47). Не приведена формула для расчета коэффициента силуэта, которую автор использует для оценки качества кластеризации (стр. 51).

3. В главе 3 достаточно подробно описан модифицированный алгоритм обучения сети Cascade ARTMAP для автоматизированного построения решающих правил. Однако не вполне ясно, в чем заключается предлагаемая модификация – только во введении коэффициентов достоверности правил или соискателем дополнены и какие-то другие этапы алгоритма?

4. В главе 4 в таблицах 4.3-4.5 в качестве исходных данных приведены измеренные значения показателей экологической ситуации в регионе, однако не представлены количественные данные результатов кластеризации, на основании которых на рисунке 4.8 показана их графическая визуализация.

5. В диссертации не приведены примеры работы алгоритма обработки мониторинговой информации на основе модифицированной нейросетевой модели Cascade ARTMAP по отображению априорного опыта экспертов в области управления в структуру кластеров, а также пример экспертной стратегии корректировки экологического состояния среды (стр. 93).

## Заклучение.


Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации.

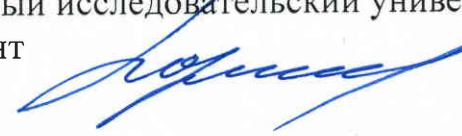
Таким образом, диссертация Федутинова К.А. «Интеллектуализация процессов принятия решений в организационных системах в условиях оперативного анализа мониторинговых данных» является законченной и самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой разработана интеллектуальная система поддержки принятия решений в организационных системах, включающая комплекс алгоритмов машинного обучения для повышения эффективности решения задач оперативного анализа мониторинговых данных.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах, а ее автор, Федутинов Константин Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании кафедры прикладной информатики и информационных технологий ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» «19» декабря 2023 года, протокол № 4\_1.

Отзыв составили:

Профессор кафедры  
информационных и робототехнических систем  
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет»  
д.т.н., доцент  Польщиков Константин Александрович

Заведующий кафедрой прикладной  
информатики и информационных технологий  
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет»  
к.т.н., доцент  Ломакин Владимир Васильевич

Ведущая организация:  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85,  
Телефон: 8 (4722) 30-12-11,  
E-mail: Info@bsu.edu.ru

Личную подпись  
удостоверяю  
Ведущий специалист  
по кадрам  
департамента управления  
персоналом



« 21 »

2023 г.