

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Юго-Западный

университет»

С.Г. Емельянов

«___» июня 2021 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Селеткова Ильи Павловича на тему «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений на основе матричного представления нечеткой логики (на примере обслуживания технологического оборудования нефтедобычи)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические и информационные системы)

Актуальность темы диссертационной работы

Нечеткая логика применяется в ситуациях, когда необходимо реализовать интеллектуальное управление в сложных системах, а правила принятия решений формулируются экспертами на естественном языке. Диссертационная работа Селеткова И.П. направлена на решение проблем, возникающих при применении аппарата нечеткой логики в практических задачах. В частности, проблемы выбора конкретных моделей нечетких логических операций, а также проблемы описания состояния нечетких логических автоматов при анализе ретроспективной информации. Успешное разрешение данных проблем ещё больше расширит возможности применения технологий нечеткой логики в науке, технике и повседневной жизни.

Взятая в качестве примера проблема поддержки принятия решений при обслуживании технологического оборудования нефтедобычи также является актуальной, т.к. в настоящее время большинство добывающих скважин в стране находятся в зоне отсутствия устойчивого покрытия сотовой связи, и для принятия решений на месте необходимы инструменты аккумуляции, передачи, хранения и воспроизведения знаний.

Значимость полученных результатов

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы заключается в следующих полученных научных результатах:

1. Способ формализации лингвистических правил, отличающийся использованием нечетких векторных предикатов.
2. Матричная реализация алгоритма нечеткого логического вывода с использованием векторных нечетких предикатов.
3. Алгоритмическая модель работы нечеткого логического автомата с конечной памятью в виде матричной нечеткой комбинационной схемы, анализирующей внешний блок памяти.

Практическая значимость работы заключается в:

1. Реализации предложенных методов и моделей в виде алгоритмов и программных модулей;
2. Апробации и сравнительном анализе эффективности разработанных методов, моделей и алгоритмов по сравнению с аналогами;
3. Разработке интеллектуальной системы поддержки принятия решений, использующей предложенные методы, модели и алгоритмы.
4. Практической эксплуатации разработанного ПО на конкретном промышленном предприятии и получении явных экономических эффектов.

Совокупная значимость полученных Селетковым И.П. результатов, в первую очередь, определяется развитием методологии матричного представления нечеткой логики, заключающемся в повышении точности моделирования знаний экспертов о работе сложных систем или объектов, а также возможности применения матричного представления для решения практических задач управления и поддержки принятия решений. Теоретические результаты были применены на практике при решении актуальной задачи обслуживания технологического оборудования нефтедобычи, однако могут быть использованы и в других областях.

Новизна, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключения

- **Способ формализации лингвистических правил с помощью нечетких векторных предикатов**

Обоснованность способа определяется существующими теоретическими исследованиями в области матричного аппарата нечеткой логики, а также применением подходов, аналогичных существующим в теории нечетких множеств и теории информации.

Новизна способа заключается в применении нечетких векторных предикатов и их функций истинности для численного описания всех термов лингвистических переменных.

Достоверность подтверждается применением предложенного способа для формализации 63 правил, составляющих базу знаний об обслуживании двух типов технологического оборудования нефтедобычи: УЭЦН и УШГН.

Соответствие паспорту специальности 05.13.01: соответствует п.13 «Методы получения, анализа и обработки экспертной информации».

- **Матричная реализация алгоритма нечеткого логического вывода с использованием векторных нечетких предикатов**

Обоснованность реализации вытекает из математических формул, использования обобщений четких логических операций и предикатов на область нечетких векторов, а также сохранением всех основных логических действий, использующихся в хорошо изученных и прошедших проверку на практике популярных алгоритмов нечеткого вывода.

Новизна способа заключается в применении нечетких векторных предикатов на всех этапах логического вывода, что позволяет использовать все преимущества матричного аппарата для решения конкретных прикладных задач.

Достоверность подтверждается результатами численных экспериментов по сравнению с существующими алгоритмами, а также применением предложенного представления нечеткого логического вывода для численной реализации алгоритма работы системы поддержки принятия решений по обслуживанию двух типов технологического оборудования нефтедобычи: УЭЦН и УШГН.

Соответствие паспорту специальности 05.13.01: соответствует п.2 «Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации».

- **Алгоритмическая модель работы нечеткого логического автомата с конечной памятью**

Обоснованность данной модели основана на предположении, что нечеткие логические автоматы с конечной памятью, так же, как и их «четкие» аналоги, могут быть представлены в виде комбинационной схемы, которая анализирует одновременно целый набор данных, находящийся во внешнем блоке памяти.

Новизна модели заключается в использовании модифицированной нечеткой комбинационной схемы, анализирующей внешний блок памяти, вместо логического автомата с памятью в виде состояний, кроме того, новым является применение для вычислений в модели матричного представления

нечеткого логического вывода. Всё это вместе позволяет избежать оценки трудно формализуемого нечеткого состояния автомата.

Достоверность подтверждается несколькими публикациями модели и результатов ее использования, сравнения с аналогичными инструментами в журналах рекомендуемых ВАК РФ, а также входящих в базу цитирования Scopus. Кроме того достоверность доказывается применением модели для анализа одновременно и экспертных знаний, и историм изменения 13 непрерывных параметров УЭЦН, 8 непрерывных параметров УШГН при построении и использовании системы поддержки принятия решений.

Соответствие паспорту специальности 05.13.01: соответствует п.4. «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации».

Общая достоверность всех моделей, алгоритмов и методов доказывается использованием построенной интеллектуальной системы поддержки принятия решений в процессе обслуживания технологического оборудования нефтедобычи на конкретном промышленном предприятии в течении периода опытной эксплуатации.

Достоинства и недостатки по содержанию и оформлению диссертации

К достоинствам диссертационной работы стоит отнести:

1. Качественно выполненный анализ и графическое и численное сравнение предлагаемых моделей и методов с существующими аналогами, представленными в работах отечественных и зарубежных исследователей.
2. В результате работы получены новые модели, методы и алгоритмы, развивающие существующий математический аппарат матричной нечеткой логики, и позволяющие его применение для решения прикладных задач.
3. Результаты работы нашли активное практическое применение, что подтверждается свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ, двумя актами о внедрении в учебный процесс, актом о внедрении результатов в программное обеспечение для мобильных устройств, большой статистикой использования ПО, большим количеством собранных данных и предложенных операций.
4. Работа хорошо структурирована и грамотно оформлена, включает большое количество иллюстраций.

Выявленные недостатки:

1. В работе произведено сравнение численных результатов применения нечетких логических операций в матричном виде с некоторыми существующими моделями операций. При этом выбор конкретных моделей операций для сравнения не поясняется.
2. В ходе выполнения работы не производился поиск существующих баз знаний, обучающих выборок, которые бы позволили использовать и другие интеллектуальные модели, например, нейронные сети.
3. Список возможных выполняемых операций в таблице №3 по формулировкам отличается от списка фактически выполнявшихся операций, перечисленных в таблице №14.
4. Все схемы и диаграммы выполнены в разных стилях и с помощью разных инструментов, что затрудняет получение представления о работе как о едином целом. Некоторые схемы очень мелкие (стр. 96 и 98 диссертации).

Выявленные недостатки не снижают научной или практической ценности полученных результатов.

Мнение о научной работе соискателя в целом

В целом диссертационная работа Селеткова И.П. носит законченный характер, изложение материала логично. Выносимые на защиту положения обладают научной новизной, обоснованы, достоверны и имеют практическое значение для развития систем поддержки принятия решений, основанных на нечеткой логике. В автореферате в краткой форме изложено основное содержание работы и выводы. Работа выполнена самостоятельно, что подтверждается проверкой в системе «АНТИПЛАГИАТ ЮЗГУ».

Диссертационная работа «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений на основе матричного представления нечеткой логики (на примере обслуживания технологического оборудования нефтедобычи)» соответствует требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Селетков Илья Павлович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические и информационные системы).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Биомедицинская инженерия» ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», протокол № 11 от 03 июня 2021г. На заседании присутствовало 12 человек, в

том числе, три доктора технических, два доктора медицинских наук, три кандидата технических наук, один кандидат биологических наук.

Отзыв подготовили:

Профессор кафедры «Биомедицинская инженерия», доктор технических наук, профессор Филлист Сергей Алексеевич

«03» июня 2021 г.

 ист Сергей Алексеевич

Заведующий кафедрой «Биомедицинская инженерия», д.т.н., профессор

«03» июня 2021 г.

 еневский Николай Алексеевич

Профессор кафедры «Биомедицинская инженерия», доктор технических наук, профессор Филлист Сергей Алексеевич, научная специальность: 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах. Адрес: 305004, г. Курск, ул. Челюскинцев, д.19, аудитория 100а, тел.: 8 (4712) 22-26-60, e-mail: SFilist@gmail.com.

Заведующий кафедрой «Биомедицинская инженерия», доктор технических наук, профессор Корневский Николай Алексеевич, научная специальность: 05.13.09 – Управление в биологических и медицинских системах. Адрес: 305004, г. Курск, ул. Челюскинцев, д.19, аудитория 104, тел.: 8 (4712) 22-26-61, e-mail: kstu-bmi@yandex.ru.

 



