

### ОТЗЫВ

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

**Актуальность темы.** В настоящее время существует высокая потребность в использовании интеллектуальных технологий в различных отраслях экономики и промышленности. Остро стоит вопрос развития и реализации прикладных технологий искусственного интеллекта, прежде всего, для сложных технологических объектов, к которым, в частности, относится оборудование добычи нефти и газа. Современные нефтедобывающие скважины являются высокотехнологичными объектами, представляющими собой сложные системы, состоящие из большого числа взаимодействующих элементов. Принятие решений по обслуживанию здесь осложняется неполнотой и неопределенностью данных, отсутствием оперативной связи, возможным выходом из строя не только самого оборудования, но и возникновением техногенных аварийных ситуаций.

Все вышесказанное свидетельствует об актуальности развиваемого в диссертационной работе Селеткова Ильи Павловича математического аппарата нечеткой логики и разработанной информационной системы интеллектуальной поддержки принятия решений при обслуживании технологического оборудования добычи нефти и газа.

**Соответствие работы паспорту специальности.** Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.13.01

*пункт 2. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации:* в диссертации предложена матричная реализация алгоритма нечеткого



логического вывода, отличающаяся использованием векторных нечетких предикатов, применимая для решения любых прикладных задач принятия решений.

*пункт 4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации:* в диссертации предложена алгоритмическая модель работы нечеткого логического автомата с конечной памятью, отличающаяся использованием для вычислений модифицированной нечеткой комбинационной схемы, анализирующей внешний блок памяти, и матричного представления нечеткого логического вывода, позволяющая избежать оценки трудно формализуемого нечеткого состояния анализируемого объекта.

*пункт 13. Методы получения, анализа и обработки экспертной информации:* в диссертации предложен способ формализации лингвистических правил, отличающийся использованием нечетких векторных предикатов, позволяющий численно обрабатывать эти правила с применением матричного аппарата нечеткой логики.

**Общая характеристика работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 87 наименований и 4 приложений.

*В первой главе* выполнен анализ существующих у самой крупной в Пермской крае организации, занимающейся добычей нефти и газа, видов технологического оборудования нефтедобычи, используемых в работе информационных систем и средств автоматизации. Собраны экспертные знания о работе оборудования. Выполнена постановка задачи, сформулированы требования к системе интеллектуальной поддержки принятия решений.

*Во второй главе* развито матричное представление нечеткой логики, предложены векторно-матричная модель логического вывода и способы формализации лингвистических знаний экспертов с помощью развиваемого аппарата. Произведен сравнительный анализ существующих моделей и методов нечеткой логики с предлагаемым аппаратом. Показаны новые возможности аппарата по гибкости построения моделей, оценке полноты и непротиворечивости знаний экспертов.

*Третья глава* посвящена вопросам разработки нечеткого алгоритма, позволяющего анализировать ретроспективную информацию о работе систем для описания процессов управления сложными техническими объектами.

*В четвертой главе* приведены модели процессов, данных, структур, знаний для построения интеллектуальной системы поддержки принятия



решений. Описаны особенности разработки, результаты внедрения и использования разработанного информационного обеспечения при обслуживании технологических объектов добычи нефти и газа.

**Научная новизна.** Главным научным результатом диссертации является развитие матричного аппарата нечеткой логики, возможность его применения для решения практических задач управления и поддержки принятия решений в автоматизированных системах с использованием знаний экспертов.

**Практическая значимость.** Разработана и реализована в виде программного обеспечения интеллектуальная система поддержки принятия решений, использование которой позволило повысить качество и оперативность выработки управляющих решений при обслуживании технологического оборудования добычи нефти и газа, и, в итоге, достичь существенных экономических эффектов при использовании на технологических объектах ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»:

- повысить коэффициент эксплуатации добывающих скважин, попавших в пилотный проект, на 1%;
- снизить количество недоборов нефти по непредвиденным причинам на 50%;
- повысить производительности труда операторов на 10%.

**Достоверность.** Содержащиеся в диссертации результаты имеют достаточный уровень обоснованности. Приведённые в работе результаты подтверждены экспериментальными и теоретическими исследованиями автора.

Содержание диссертации отражено в 12 работах, в том числе в 3 статьях в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, одна из которых в издании, индексируемом в БД Scopus. По теме диссертации получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Достоверность результатов обеспечивается корректным использованием методов исследований и подтверждается результатами опытно-промышленной эксплуатации разработанной информационной системы для обслуживания технологического оборудования добычи нефти и газа.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.



### **Замечания по диссертации.**

1. При выборе объектов для построения системы поддержки принятия решений – типов оборудования нефтедобычи, а также при оценке эффективности практического использования разработанной системы используются устаревшие данные – 2016-2017 гг., тогда как на текущий момент ситуация может отличаться от описанной в работе.
2. Кроме основных научных результатов работы в ней сказано, что матричный аппарат нечеткой логики может быть использован для оценки полноты и непротиворечивости базы знаний, но этот функционал никак не используется при решении практической задачи, хотя это могло бы повысить качество полученной системы поддержки принятия решений.
3. Не показано сравнение вычислительных моделей нечеткой комбинационной схемы, анализирующей внешний блок памяти, и нечеткого логического автомата на решении конкретной прикладной задачи – сразу используется предлагаемая модель комбинационной схемы.
4. В главе 4 при построении экспертной системы мало уделено внимание границам ее применения. Не настроена область Парето, с помощью которой оператор мог бы выбрать режим работы согласно условиям работы оборудования.

Отмеченные замечания несколько снижают качество исследований, но они не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации, поэтому оппонент считает возможным дать работе положительную оценку.

### **Выводы.**

Диссертация Селеткова Ильи Павловича «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений на основе матричного представления нечеткой логики (на примере обслуживания технологического оборудования нефтедобычи)» является самостоятельно выполненной, законченной научно-квалификационной работой, имеющей существенное значение для науки и решения прикладных задач в области интеллектуальной поддержки принятия решений при работе со сложными системами и процессами.

Считаю, что диссертационная работа отвечает требованиям пункта 9 "Положения о порядке присуждения учёных степеней", а её автор, Селетков Илья Павлович, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата



технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические и информационные системы).

**Официальный оппонент**

Профессор кафедры «Автоматика и телемеханика» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,  
доктор технических наук, доцент

« 10 » нояб 2021 г.  / Юрий Николаевич Хижняков

 Подпись Хижнякова Юрия Николаевича заверяю:

  Ученый секретарь Ученого совета  
ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,  
канд. ист. наук  
В.И.Макаревич

614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский просп., д. 29  
тел.: +7(342) 2-198-067  
E-mail: kafedra@at.pstu.ru

Специальность, по которой защищена диссертация д.т.н. Хижнякова Ю.Н.:  
05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).