

**О СИСТЕМАХ ДИАГНОСТИКИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ  
ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ АВТОМОБИЛЯ**

**Симонова Лариса Анатольевна**

д.т.н., профессор

**Хабибуллин Аяз Юнусович**

аспирант

Набережночелнинский институт (филиал),  
ФГАОУ ВО КФУ

**Аннотация:** В данной статье проводится сравнительный анализ систем диагностики, основанных на нечеткой логике и направленных на мониторинг и выявление неисправностей в узлах транспортных средств. В этой связи было выделено несколько систем, выглядящих наиболее перспективно с точки зрения использования их наработок и результатов для внедрения в новую систему, решающую смежные задачи. В частности, при рассмотрении работ делался акцент на пригодность полученных этими системами данных при разработке автоматизированной системы контроля состояния жгутов транспортных средств на основе элементов искусственного интеллекта.

**Ключевые слова:** Нечеткая логика, интеллектуальная система, диагностика автомобиля, электропроводка автомобиля, контроль состояния электрических жгутов.

**DIAGNOSTIC SYSTEMS BASED ON FUZZY LOGIC FOR MONITORING  
THE CONDITION OF THE CAR COMPONENTS**

**Simonova Larisa Anatolievna  
Khabibullin Ayaz Yunusovich**

**Abstract:** In this paper, a comparative analysis of fuzzy logic-based diagnostic systems aimed at monitoring and detecting faults in vehicle components is carried out. In this regard, several systems that look most promising from the point of view of using their developments and results for implementation in a new

system solving related problems were singled out. In particular, during the review of the works the emphasis was made on the suitability of the data obtained by these systems for the development of an automated system for monitoring the condition of vehicle harnesses based on elements of artificial intelligence.

**Key words:** Fuzzy logic, intelligent system, car diagnostics, wiring harness, wiring diagnostics, car wiring, electrical harness condition monitoring.

Ранее реализации системы [1] был проведен анализ и выбор методов контроля состояния электрических жгутов, направленных на повышение эффективности и живучести автомобиля на этапах разработки, внедрения и эксплуатации [2]. В данной работе рассмотрены системы с интеллектуальной надстройкой, позволяющие осуществлять мониторинг состояния узлов автомобиля с целью оценки пригодности результатов работы вышеупомянутых систем к внедрению в систему [1].

Наиболее часто применяют в автомобилях системы на основе нечеткой логики, где имеется большое количество нелинейных данных и возмущений. Именно по этой причине Банте и другими в работе «Нечеткий логический контроллер для системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха легкового автомобиля для охлаждения» предложена в качестве объекта регулирования система отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. В частности, определяется функция принадлежности и на основе выведенных данных разрабатывается нечеткий логический контроллер (НЛК). В качестве среды разработки используется MATLAB/Simulink. Данная среда позволила авторам не только смоделировать НЛК, но и собрать более классический вариант на базе четкой логики, а именно в виде ПИ-регулятора. По полученным авторами работы результатам можно утверждать, что нечеткое логическое управление в контексте поставленной ими задачи, превосходит ПИ-регулятор и поддерживает желаемый параметр (температуру) на заданном уровне [3, с. 719].

В работе «Нечеткий логический контроллер для системы активной подвески полуавтомобиля» Басари и другими предложена математическая модель подвески автомобиля в виде своеобразного «полуавтомобиля», состоящего из одного переднего и одного заднего колеса. На основе разработанной математической модели авторами был создан НЛК для системы, причем в качестве среды разработки также была выбрана среда

**ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ  
МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ - 2024**

---

MATLAB/Simulink. Входными данными для контроллера стали вертикальное смещение и скорость передней части кузова автомобиля. Функции принадлежности этих двух переменных были настроены таким образом, чтобы выходные данные, т.е. ускорение кузова автомобиля, прогиб колес и другие показатели, были лучше, чем у пассивной системы подвески [4, с. 128]. Результаты наглядно показывают, что все показатели активной системы подвески улучшились по сравнению с пассивной системой, основанной на обычной четкой логике.

Другой узел транспортного средства, а именно тормозная система, рассматривается Маматом и Гани в работе «Нечеткий логический контроллер для автоматизированной тормозной системы автомобиля». Несмотря на то что авторы и этой работы выбрали MATLAB/Simulink в качестве среды разработки и сначала также сравнивали поученных НЛК с различными видами регуляторов, в итоге они пришли к гибридному решению, в частности представленному в виде ПИ-регулятора с НЛК (ПИ-НЛК), а также ПД-регулятора с НЛК (ПД-НЛК), на основе чего был сделан вывод, что ПД-НЛК обеспечивает наилучшую производительность в тормозной системе по сравнению с другими типами контроллеров [5. с. 23-75]. Авторы также отмечают, что улучшение подобного контроллера может быть получено путем усовершенствования его до ПИД-НЛК – пропорционально-интегрально-дифференцирующего нечеткого логического контроллера, и добавление в него большего количества правил. Однако авторы признают, что обычный нечеткий логический контроллер является эталоном для оценки эффективности работы системного контроллера.

В работе «Разработка системы управления водителем автомобиля с поддержкой нечеткой логики» Озмен и Кёзкурт считают, что внушительный процент ДТП происходит не только из-за неисправностей автомобиля, но и по причине ошибок водителя. В частности, авторы работы приводят цифру в 88%, из которых 1.1% является летальным. Тем не менее, аналогично предыдущим примерам авторы формируют функции принадлежности, используя для этого датчики и сенсорные системы автомобиля, способные производить мониторинг состояния водителя, формируя тем самым систему мониторинга водителя. В качестве среды разработки выбрана MATLAB, а конкретно пакет Fuzzy Logic Toolbox. Однако авторы ограничились имитационным моделированием без проверки системы на реальном

**ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ  
МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ - 2024**

---

оборудовании. Несмотря на это, нечеткая часть контроллера на базе метода Мамдани насчитывает внушительное количество функций принадлежности и выглядит более чем убедительно.

Во всех рассмотренных работах система базируется на нечетком логическом контроллере и позиционируется как замена ПИД-регулятора в рамках решения поставленной задачи. В качестве среды всеми авторами была выбрана среда разработки MATLAB/Simulink. Согласно результатам рассмотренных работ, НЛК показывается себя лучше, чем ПИ-регулятор.

**Заключение.** В результате сравнительного анализа работ, в которых рассматриваются системы диагностики, основанные на нечеткой логике и направленные на мониторинг и выявление неисправностей в узлах транспортных средств, были выявлены моменты, на которых следует акцентировать внимание при разработке собственного нечеткого логического контроллера. Вышеприведенные примеры говорят о том, что нечеткая логика хорошо подходит для решения задач, связанных с мониторингом состояния узлов автомобиля. Как можно видеть из рассмотренных работ, такой комплекс позволяет получить функции принадлежности из широкого ряда параметров различных систем. Данные, полученные в ходе разработки рассмотренных систем нечеткой логики, могут быть особенно полезны при разработке системы мониторинга состояния жгутов автомобиля.

### Список литературы

1. Хабибуллин А.Ю., Симонова Л.А. Разработка структурной модели автоматизированной системы контроля состояния жгутов транспортных средств на основе элементов искусственного интеллекта // «Научно-технический вестник Поволжья», № 12. 2023г. – С. 557-559.
2. Симонова Л.А., Хабибуллин А.Ю. О методах повышения эффективности, надежности и живучести электропроводки автомобиля на этапах её разработки, внедрения и эксплуатации // Молодежь и наука 2024: к вершинам познания: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 22 февраля 2024 года. – С. 46-51.
3. Bante, P. R., Thosar, A. G., Srikanth, S. Fuzzy logic controller for HVAC system of passenger car for cooling application // Sustainable Energy and Technological Advancements, Proceedings of ISSETA 2021. (2022). pp. 719-731.

***ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ  
МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ - 2024***

---

4. Basari A. A., Nawir N. A. A., Mohamad K. A., Ng X.Y., Khafe A. M. Fuzzy logic controller for half car active suspension system // Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering. (2018). pp. 125-129.
5. Mamat, M., Ghani N. M. Fuzzy logic controller on automated car braking system // Conference: Control and Automation, 2009. ICCA 2009. (2010). pp. 2371-2375.
6. Özmen İ., Közkurt C. Design of Fuzzy Logic Supported Car Driver Control System // International Journal of Automotive Science And Technology 5(3). (2021). pp. 228-238.

© Л.А. Симонова, А.Ю. Хабибуллин, 2024