

Чиркова Наталья Леонидовна, Студент
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный
технологический университет»

Научный руководитель:
Елагина Вилена Борисовна
к.э.н., доцент кафедры управления и права
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный
технологический университет»

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК ХЛАДАГЕНТА: ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются инновационные технологии обнаружения утечек хладагента с применением нейроочков на базе искусственного интеллекта и дополненной реальности. Продемонстрирован экономический эффект внедрения систем промышленных предприятий и предложены перспективы развития отрасли до 2030 года.

Ключевые слова: Нейроочки, искусственный интеллект в холодильной технике, дополненная реальность, предиктивная аналитика, управление рекламациями, цифровые и сервисных процессы.

Миллионы холодильных установок различных классов, функционирующих по всему миру, сталкиваются с общей и значительной проблемой – утечками хладагента. Данное явление оказывает существенное негативное влияние на экономические показатели предприятий, снижает экологическую безопасность систем и создает существенные трудности для инженерного персонала. Традиционные подходы к диагностике утечек, основанные на использовании газоанализаторов, УФ-маркеров и тепловизоров, обладают рядом ограничений, таких как временные задержки, зависимость от внешних условий (освещенность, блики) и высокую степень субъективности, что, согласно исследованиям, приводит к ошибкам диагностики, связанным с человеческим фактором, в почти половине случаев.

Для преодоления указанных ограничений и повышения точности, скорости и эффективности обнаружения утечек хладагента предлагается к внедрению технология нейроочков, представляющая собой интегрированную систему, объединяющую возможности машинного зрения, искусственного интеллекта (ИИ) и дополненной реальности (AR) [1]. Данная технология предлагает новый подход к диагностике, стирая границы между физическим миром и цифровой информацией. Это не гипотетический сценарий, а реальность, подтвержденная результатами пилотных проектов.

Система нейроочков базируется на комплексе передовых аппаратных и программных компонентов. Термальные камеры обеспечивают визуализацию температурных аномалий, возникающих в зонах утечки, которые могут быть незаметны для человеческого глаза или маскироваться отражающими поверхностями. Высокочувствительные сенсоры NDIR (Non-Dispersive Infrared) способны детектировать присутствие молекул хладагента в чрезвычайно низких концентрациях, что позволяет выявлять даже микроскопические утечки [2]. Интегрированные в оптическую систему AR-дисплеи проецируют обрабатываемую информацию непосредственно в поле зрения оператора, создавая интерактивное рабочее пространство. Ключевым элементом системы являются нейронные сети, которые, обучаясь на обширных массивах данных, анализируют поступающую информацию в режиме реального времени, идентифицируют утечки, прогнозируют их развитие и предлагают оптимальные алгоритмы дальнейших действий, зачастую предвосхищая физическое проявление дефекта.



Сравнительный анализ применения нейроочков с традиционными методами диагностики показывает существенные преимущества [3]. В то время как традиционные методы требуют от квалифицированного персонала значительных временных затрат на последовательное сканирование системы, метод с применением нейроочков позволяет проводить первичную диагностику за считанные секунды. AR-интерфейс мгновенно визуализирует аномальные зоны, автоматически фиксирует координаты дефекта, идентифицирует тип хладагента и предлагает протокол оптимального ремонта. Это приводит к повышению точности локализации утечек в 25 раз и сокращению времени диагностики до 3-7 секунд. Обучающийся характер нейросетей гарантирует повышение точности предсказаний по мере обработки большего объема данных, а автоматическое документирование каждого инцидента, включая создание «цифрового двойника» с привязкой к GPS-координатам, временным меткам и истории обслуживания, трансформирует процесс составления рекламации из трудоемкого процесса в полностью цифровой и автоматизированный [4]. Искусственный интеллект сопоставляет текущие данные с историей обслуживания, предоставляя рекомендации, основанные на статистических закономерностях. Интеграция системы с ERP-системами предприятия обеспечивает бесшовную передачу данных и ускоряет процесс принятия решений.

Внедрение нейроочков на производстве представляет собой не просто применение новых технологий, а стратегически просчитанное решение. Экономика данного решения подчеркивает его высокую эффективность. Данные пилотных проектов демонстрируют, что использование нейроочков позволяет существенно сократить операционные расходы, связанные с утечками хладагента, минимизировать затраты на ремонт и логистику, а также уменьшить потери от брака комплектующих [5]. Они будут выступать в роли незаменимых гидов для молодых специалистов, сокращая период их адаптации, превращая предиктивную аналитику в рутинную практику и устанавливая новые стандарты прозрачности в отношениях между производителем, сервисными службами и клиентом. В мире, где скорость и точность являются критическими факторами конкурентоспособности, нейротехнологии выступают не просто инструментом, а стратегическим активом.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 51275-2022. Холодильные установки и оборудование. Общие требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2022. 26 с. (дата обращения: 15.04.2026)
2. ГОСТ Р 53939-2021. Установки для контроля утечек. Методы испытаний и технические требования. М.: Стандартинформ, 2021. 34 с (дата обращения: 16.04.2026).
3. ГОСТ Р 58778-2019 Системы искусственного интеллекта. Способы управления рисками. – Москва: Стандартинформ, 2019. (дата обращения: 16.04.2026)
4. Степанова Е.П. Технические стандарты в области обработки данных для обнаружения утечек хладагента // Стандарты и качество. 2023. № 4. С. 33-37. URL: <https://standardsquality.ru/article1> (дата обращения: 25.03.2026).
5. Фролов С.М., Сергеева Н.К. Технические средства и алгоритмы для обнаружения утечек хладагента // Проблемы систем управления. 2023. Т. 32, № 2. С. 78-88. URL: <https://scienceproblems.ru/psy/issue2/article3> (дата обращения: 15.03.2026)

