# ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ«ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» НА ХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: БЕЗОПАСНОСТЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ

**Барсукова Н.А.,**студентка

**Дмитриева А.Д.,** студентка,

**Зенцова И.М.,** к.пед.н., доцент,

Березниковский филиал ПНИПУ, г. Березники, Россия

**Аннотация.** Статья посвящена перспективам и практическим аспектам внедрения технологии «Интернет вещей» на химическом производстве. В настоящее время химические лаборатории сталкиваются с растущей сложностью экспериментов и увеличением количества опасных веществ. В статье рассматриваются три ключевых применения «Интернета вещей» для решения перечисленных проблем: первое — системы мониторинга окружающей среды и безопасности, второе — автоматизация процессов, третье — управление доступом и оборудованием. Также в статье был проведен обзор актуальных разработок на основе технологии «Интернет вещей».

**Ключевые слова: «**Интернет вещей», химическая лаборатория, химическое производство.

На современном химическом производстве имеются лаборатории, которые относятся к объектам повышенной опасности из-за одновременного присутствия токсичных веществ, легковоспламеняющихся жидкостей и сложного аналитического оборудования. Традиционные методы обеспечения безопасности и ведения записей перестают быть эффективными по мере усложнения экспериментальных протоколов. В этой связи особую актуальность приобретает внедрение технологий Интернета вещей (IoT, Internet of Things). Интернет вещей в контексте лаборатории означает объединение датчиков, приборов и устройств в единую сеть, способную собирать данные в реальном времени, анализировать их и принимать решения без прямого участия человека.

Основные направления внедрения Интернета вещей включают три ключевые сферы:

1. Непрерывный экологический мониторинг и безопасность — датчики утечек, контроля температуры, влажности, летучих соединений.

2. Автоматизация сбора экспериментальных данных — сбор фракций, дозирование, электронные журналы.

3. Управление доступом и ресурсами — контроль использования приборов и реактивов.

Наиболее критичным применением IoT в химии является контроль за утечками опасных веществ. М. Алипулы, Н.Н. Нургалиев, К. Аскарулы, Мохаммад Халид и С. Азат представили обзор на двумерный материал MXene, включающий карбиды, нитриды и карбонитриды переходных металлов. Покрытия
MXene
могут использоваться в сенсорных системах, таких как тензодатчики и биосенсоры [1].

Т.С. Михайлова, Т.А. Моисеева, В.Н. Жирнов, Д.В. Клещин и Т.Н. Мясоедова представили образцы сенсоров на основе кремний-углеродных пленок, сформированных электрохимическим методом. Образцы проявили чувствительность к парам метанола, этанола и изопропанола. Таким образом, исследуемые сенсоры могут быть использованы для обнаружения утечек легковоспламеняющихся жидкостей для предотвращения возгораний в лабораториях [3].

Не менее важной для производства является безопасность периметра. И.А. Сальников и В.И. Сальников говорят о том, что на основе технологии Интернета вещей строятся интеллектуальные системы безопасности для складов хранения и пунктов пропусков. Также уровень безопасности повышается при использовании видеонаблюдения с аналитикой на базе искусственного интеллекта [4].

Использование IoT в этом направлении позволит автоматизировать пропускной режим, а также повысить снизить вероятность проникновения на склады лабораторий химического производства.

Также IoT вещей способствует снижению затрат на ремонт оборудования и снижению энергетических затрат, благодаря постоянному автоматизированному мониторингу. Полученные из исследований Д.А. Марисова, А.Ю. Зацепина, Е.А. Марина, А.В. Терлеева и М.Ю. Ларионовой статистические данные по этим параметрам: затраты на ремонт и техническое обслуживание аппаратов производства снижаются на 10-40%, а энергетические затраты в процессе нефтепереработки — в среднем на 15-20% [2].

Влияние IoT превращает обычные лаборатории в самоуправляемые. Уже сейчас машинное обучение позволяет «электронному носу» различать тысячи запахов, имитируя работу мозга. В будущем умные системы выйдут на новый уровень: предскажут поломку по вибрации, вовремя закажут реактивы и предотвратят аварию до того, как реакция выйдет из-под контроля.

Внедрение технологий Интернета вещей в химических лабораториях перестало быть футуристической концепцией и стало практической необходимостью. IoT обеспечивает непрерывный мониторинг воздуха и точную локализацию утечек, защищая жизнь и здоровье персонала. Автоматизация сбора данных и управления оборудованием снижает влияние человеческого фактора и ускоряет проведение экспериментов. Развитие аппаратного и программного обеспечения делает умные лаборатории реальностью даже для ограниченных бюджетов.

Таким образом, Интернет вещей — это инструмент модернизации, позволяющий перевести химические исследования на новый уровень точности и автоматизации.

**Литература**

1. Алипулы М., Нургалиев Н.Н., Аскарулы К., Мохаммад Халид, Азат С. Материалы MXene: современные методы синтеза, экологически чистые подходы и перспективы применения в качестве покрытий и композитных материалов // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. 2025. № 2(18). С. 487–501. DOI: 10.53360/2788-7995-2025-2(18)-60.

2. Марисов Д.А., Зацепин А.Ю., Марин Е.А., Терлеев А.В., Ларионова М.Ю. Интернет вещей в нефтегазовой сфере: анализ технологии LoRaWAN и возможности прикладного применения // PRO-НЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2019. № 2. С. 76–80. DOI: 10.24887/2587-7399-2019-2-76-80.

3. Михайлова Т.С., Моисеева Т.А., Жирнов В.Н., Клещин Д.В., Мясоедова Т.Н. Исследование функциональных характеристик сенсоров на основе кремний-углеродных плёнок для обнаружения паров легковоспламеняющихся жидкостей // Повышение качества жизни и обеспечение конкурентоспособности экономики на основе инновационных и научно-технических разработок: сб. ст. VII Междунар. науч.-техн. конф. «Минские научные чтения – 2024»: в 3 т. Минск, 3–5 декабря 2024 г. – Минск: БГТУ, 2024. – Т. 2. – С. 203–207.

4. Сальников И.А., Сальников В.И. Технологии интернета вещей: сферы применения, угрозы безопасности и отечественные решения // Учёные записки Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. 2025. № 2 (94). С. 44–47.