

Суринский Д.О., Фараносов В.В., Юдин М.Е. Применение умных датчиков и сенсоров для мониторинга состояния оборудования и предотвращения пожаров

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

УДК: 614.842.8

Применение умных датчиков и сенсоров для мониторинга состояния оборудования и предотвращения пожаров

Суринский Д.О., Фараносов В.В., Юдин М.Е.

Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Аннотация

Статья является обзорной и имеет цель обоснования актуальности исследований, посвященных цифровым решениям в области пожаро- и электробезопасности производственных объектов.

Рассмотрены применение умных датчиков и сенсоров для мониторинга состояния оборудования и предотвращения пожаров. Проведён анализ современных технологий, которые помогают улучшить уровень защиты зданий от огня и оптимизировать процессы мониторинга и быстрого реагирования на возгорания. Описываются преимущества таких технологий, включая раннее обнаружение возгораний, автоматическое принятие решений, удалённый контроль и мониторинг, а также прогнозирование пожароопасных ситуаций.

Ключевые слова: УМНЫЕ ДАТЧИКИ, УМНЫЕ СЕНСЕРЫ, МОНИТОРИНГ ОБОРУДОВАНИЯ, ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОЖАРОВ, ПОЖАРОТУШЕНИЕ, БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА, ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА

В наше время технологии играют важную роль практически во всех сферах деятельности человека. Безопасность была и остаётся важным фактором в функционировании различных отраслей экономики. Это особенно актуально для промышленных предприятий, где риск пожаров по-прежнему высок. Эпоха искусственного интеллекта дала возможность разрабатывать и внедрять на предприятиях умные датчики и сенсоры для мониторинга состояния оборудования и предотвращения пожаров. Их использование позволяет более точно и быстро обнаружить пожары, а также предотвратить

потенциальные возгорания благодаря анализу состояния оборудования и прогнозированию возможных поломок. Интегрирование искусственного интеллекта позволит датчикам не только фиксировать текущие отклонения, а также и прогнозировать потенциальные неисправности анализируя большие данные и машинного обучения.

Весь мир полагается на бесперебойную работу различных отраслей промышленности для поставок необходимых товаров и материалов, включая замороженные продукты, лекарства, автомобильные детали и картонную упаковку. Промышленные объекты представляют собой опасную среду с многочисленными рисками пожаров и взрывов, которые могут повредить помещения или дорогостоящее оборудование [1].

Применение умных технологий способствует созданию более безопасных условий труда, снижению рисков возгорания и оптимизации эксплуатационных расходов. Внедрение таких систем особенно актуально для промышленных объектов и крупных зданий, где важна высокая надежность и быстрая реакция на потенциальные угрозы.

Традиционные методы мониторинга включают:

1. Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР)

Включают в себя мероприятия, которые направлены на поддержание работоспособности оборудования. Это такие как замена изношенных деталей, смазка узлов, регулировка механизмов и прочие операции, для обеспечения стабильной работы оборудования.

2. Технические обследования

Включают в себя визуальный осмотр оборудования, измерения специальными техническими средствами, испытания и диагностику. Результаты обследований анализируются и разрабатываются мероприятия для поддержания работоспособности оборудования.

3. Визуальный осмотр

Самый простой из методов по мониторингу состояния оборудования. Он включает в себя осмотр оборудования на предмет видимых повреждений, износ деталей и прочих дефектов. Визуальный осмотр необходимо проводить регулярно, к примеру, раз в неделю, это зависит от типа оборудования и условий его эксплуатации.

4. Контроль температуры

Данный метод мониторинга основан на измерении температуры узлов и составляющих компонентов оборудования, потому что повышение температуры свидетельствует о перегреве и в дальнейшем приводит к выходу из строя оборудования. Контроль температуры проводится с использованием термометров, пирометров и других измерительных приборов.

5. Анализ шумов

Способ контроля состояния оборудования, который заключается в исследовании и оценке шумов, возникающих при его работе. Шумы в оборудовании могут указывать на износ деталей, вибрацию и другие факторы. Анализ шумов проводится с помощью шумомеров и других измерительных приборов.

Однако эти методы имеют ряд существенных недостатков, которые могут повлиять на итоговый анализ работы оборудования. К ним относятся низкая точность, зависимость от человеческого фактора и ограниченные возможности для анализа данных.

Во всех случаях в качестве определяющего условия для достижения положительного эффекта от реализуемых мероприятий выступает освоение методов эффективного управления надежностью технологического оборудования. Особое внимание при этом уделяется совершенствованию процедур контроля технического состояния оборудования и, в частности, применению эксплуатационного мониторинга. Оперативность получения информации о техническом состоянии объектов контроля, ее полнота и достоверность, безусловно, определяют своевременность и качество управленческих решений по обеспечению надежности оборудования и процесса управления в целом. Вместе с тем, нерациональное применение и избыточность контрольных процедур могут привести к повышению затрат на эксплуатацию оборудования и снижению показателей фондоотдачи [2].

Сложное промышленное оборудование иногда ломается или выходит из строя. Производственные процессы следует оптимизировать, чтобы уменьшить издержки. Необходимо прогнозировать и предотвращать сбои в работе производственных линий и аварии, чтобы избежать значительных потерь.

До недавнего времени большинство пожарных сигнализаций имели очень ограниченные функциональные возможности. Обычно срабатывает только простая тревога без предоставления какой-либо конкретной информации об обстоятельствах пожара, не

говоря уже о его прогнозировании. Неадекватность старых систем или непригодность систем пожарной безопасности к новым, вертикально развивающимся реальным условиям породила спрос на новые, усовершенствованные механизмы. Сегодня уже не подлежит сомнению тот факт, что будущее технологий пожарной сигнализации – за интеллектуальными технологиями, способными анализировать и интерпретировать данные в режиме реального времени. Эти системы могут обнаруживать закономерности, контролировать условия окружающей среды, различать нормальную деятельность и потенциальную опасность пожара [3].

Разработки, представленные на отечественном рынке систем мониторинга оборудования:

1. АИС «Диспетчер»

Помогает оценить эффективность работы подключённого оборудования и с помощью дополнительных модулей контролировать деятельность сотрудников, а также обнаруживать слабые места в технологической цепочке. Это одно из самых популярных решений на российском рынке, так как оно появилось одним из первых.

2. WINNUM Platform

WINNUM Platform — это готовое решение с полным набором инструментов для разработки собственных приложений и сервисов по мониторингу, управлению и оптимизации работы различных устройств и оборудования. Эта платформа предлагает широкий функционал и является полностью отечественной разработкой.

3. CNC-VISION

Обеспечивает точность предоставляемых данных в любой момент времени без участия персонала заказчика при их сборе. Эта система полностью автоматизирована и не нуждается в дополнительном оборудовании.

4. DPA (Discrete Processes Automation)

DPA (Discrete Processes Automation) — обеспечивает достоверную цифровую картину производства в реальном времени, мгновенную реакцию на отклонения и планирование работы оборудования.

В каждой отрасли промышленности сотни наименований производственного оборудования: станки, компрессоры, насосы, трубопроводы, трансформаторы, конвейеры и многое другое. Система мониторинга позволяет следить за работой оборудования,

управлять им удаленно, оценивать температуру и другие параметры среды в цехе, планировать и вовремя проводить техобслуживание и ремонты [4].

Используя систему мониторинга производственного оборудования (рис. 1), создаётся возможность в масштабах всего завода собирать простейшую информацию — например, оборудование в процессе работы или простаивает, а также недоступную, которую не может обнаружить человек, например:

1. Появились ли задержки на долю секунды в работе оборудования;
2. При каких условиях температура оборудования растёт на какое-либо количество градусов.

Датчики можно разместить на любом оборудовании на производстве или просто в помещении, например, для контроля температуры в цехе.

В более широком охвате промышленный мониторинг решает следующие задачи:

1. Планирование ремонта и техобслуживания.

Датчики отслеживают физические параметры работы оборудования, такие как давление, сила тока, перепады напряжения и частота движения. Улавливают малейшие отклонения от нормы и отправляют сигнал, позволяя провести профилактический ремонт, не доводя до поломки. Кроме того, система проводит анализ поломок и срока службы оборудования, это позволяет разработать необходимый график технического обслуживания и минимизировать простои.

2. Анализ работы оборудования.

Датчики передают информацию о работе оборудования, времени простоя и выпускаемых деталях. Исходя из этой информации можно определить процент бракованных изделий, оценить эффективность производства и выявить проблемные области в работе оборудования. При обнаружении брака датчики помогают зафиксировать место сбоя и определить требуемые меры по устранению проблемы.

3. Удалённое управление.

Датчики дают возможность управлять оборудованием, которое расположено в труднодоступных для человека местах. Кроме того, производят контроль за состоянием этого оборудования и предотвращают его ненужный вывод из строя для обслуживания и ремонта.

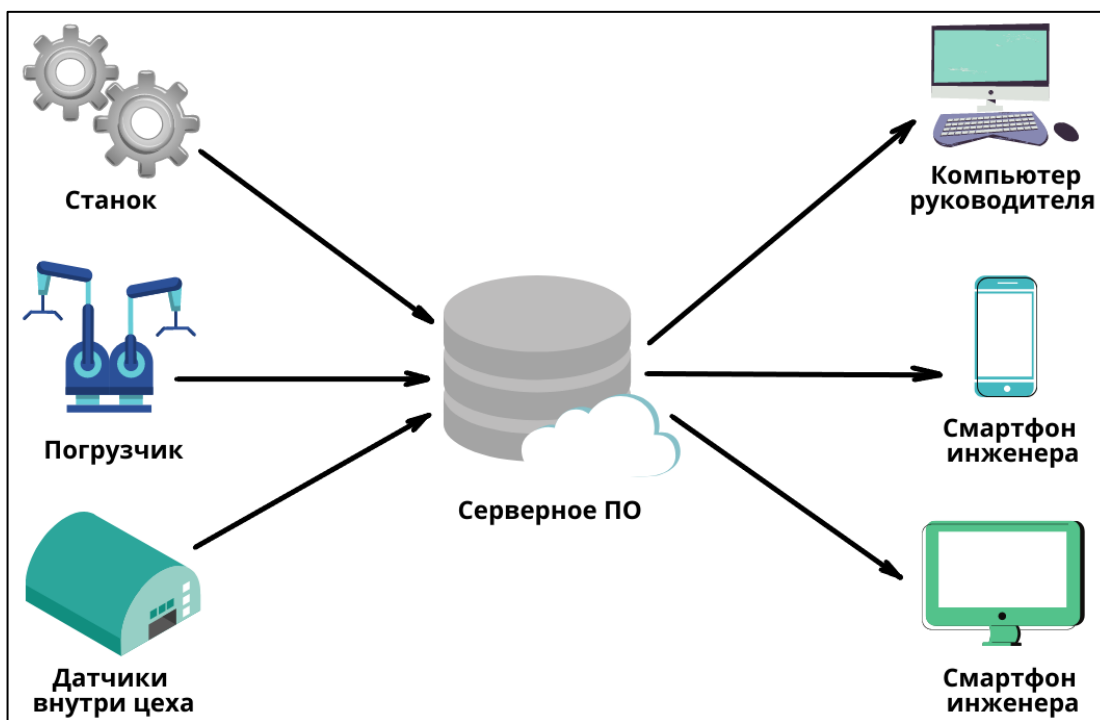


Рис. 1. Схема мониторинга промышленного оборудования с подключением к серверному ПО

Для внедрения системы мониторинга производственного оборудования необходимы три основные компонента, такие как:

1. Стабильное соединение

Необходимо, чтобы устройства были постоянно соединены между собой и с управляющей платформой. На предприятиях это осуществляется благодаря использованию быстрой проводной сети и среды с минимальными помехами для обеспечения беспроводной передачи данных.

2. Датчики

Датчики будут регистрировать данные о состоянии оборудования, микроклимате и другие показатели. Сами по себе датчики не выполняют анализ и автоматизацию — они только собирают информацию.

3. Инструменты для сбора данных, аналитики и принятия решений

Они получают данные от датчиков, обрабатывая их, анализируют и представляют результаты анализа. Эти решения могут быть развернуты на собственных серверах компании или в облачной среде.

Все начинается с момента внедрения системы в производственное оборудование.

Специализированная аппаратура системы qCAN отличается простотой монтажа, что значительно сокращает время на установку его в систему станков. Кроме того, датчики передают информацию по беспроводной связи. Такое решение исключает необходимость прокладки проводов и увеличивает надежность. Датчики (рис. 2) считывают определенную информацию о работе станков и передают её на сервер. Тип данных зависит от того, что конкретно хочет знать о своем оборудовании руководство. Помимо энергопотребления можно также контролировать и давление в гидравлических системах, температуру в камерах холодильного оборудования и так далее [5].



Рис. 2. Беспроводные датчики для мониторинга оборудования

К плюсам использования таких систем можно отнести:

1. Система мониторинга оборудования даёт возможность подробно исследовать любые процессы в разных аспектах: как с точки зрения функционирования оборудования, так и с позиции работы операторов.

2. Система работает непрерывно и предоставляет точные данные о функционировании всего предприятия.

3. Синхронизация видеопотока с данными датчиков обеспечивает одновременный просмотр графика показаний и событий, происходящих на рабочем месте, на одном экране.

Глобальный рынок IoT в 2020 году оценивался в 77,3 млрд долларов, а к 2025 году он вырастет до 110,6 млрд. Такой серьезный рост обеспечат платформы облачных вычислений и более быстрая связь. Интернет вещей в России развивается медленнее, но также растет: в 2019 году рост составил 9%. Сейчас 20% расходов промышленности приходится именно на внедрение и обслуживание IoT. В 2019 году «Ростех» посчитал, что выгода IoT для российской экономики оценивается в 5,5 трлн рублей. Наибольшую выгоду IoT дает в области добычи полезных ископаемых и несырьевой промышленности, также

он полезен в сельском хозяйстве, электроэнергетике и логистике [6].

Автоматические системы обнаружения пожара играют важнейшую роль в обеспечении безопасности зданий и помещений с потенциальными источниками возгорания. Используются различные технологии, такие как дымовые и тепловые датчики, для выявления дыма, высоких температур или открытого огня. Обнаружив признаки пожара, система автоматически включает сигнализацию и оповещают службу пожарной охраны, а также экстренные службы. Благодаря этому удаётся оперативно реагировать на угрозу пожара и снизить возможные потери и риски для людей.

Согласно приказу МЧС России № 625 от 24.12.2018 года должна формироваться электронная база данных учета пожаров и их последствий посредством заполнения электронных карточек. Полученные данные направляются в статистические центры. На основании этой информации можно определить самые распространенные причины возникновения пожаров на производстве. К возгоранию может привести множество разных факторов. Среди них доминирующими являются технологические риски и следствие действий человека. Если произошло возгорание на предприятии, то оно усугубляется наличием горючих веществ и большой площадью объекта [7].

По данным «МЧС России» в течении 2024 года на производственных предприятиях было зафиксировано 35 крупных пожаров. В результате за год, в следствии пожаров, погибли 5 человек и 8 получили тяжёлые травмы.

Современные инновации в области пожарного оборудования нацелены на повышение результативности в предотвращении и тушении пожаров, а также на улучшение условий труда пожарных и повышение их безопасности. Эти новые инструменты и технологии меняют представление о пожарной безопасности, делая её более надёжной и прогрессивной.

1. Интеллектуальные системы обнаружения пожара

1.1 Умные датчики дыма и огня

Современные датчики дыма и огня оборудованы интеллектуальными алгоритмами, они позволяют более точно и оперативно обнаруживать признаки пожара. Они могут отличить ложные срабатывания, например, пар или пыль, от реальных угроз, что в значительной степени снижает количество ложных тревог.

1.2. Мультимодальные детекторы

Мультимодальные детекторы объединяют в себе несколько сенсоров, например, датчики дыма, температуры и углекислого газа. Такая комбинация даёт более высокую точность в обнаружении и позволяет быстрее отреагировать на возгорание, даже в сложных условиях.

2. Автоматические системы пожаротушения

2.1 Водяные туманные системы

Системы тушения пожаров, применяют распыление воды в виде тумана, что позволяет более эффективно тушить огонь с минимальным расходом воды. Это очень важно для тех мест, где имеется ограничение в водоснабжении или где вода может причинить значительный ущерб оборудованию.

2.2 Системы газового пожаротушения

В современных системах газового пожаротушения применяют инертные газы, такие как аргон и азот, для быстрого тушения пожаров без ущерба для оборудования и людей. Эти системы лучше всего подходят для серверных, архивов и других объектов, нуждающихся в усиленной защите.

3. Программное обеспечение и коммуникационные технологии

3.1. Системы управления инцидентами

Современные системы управления отправляют данные с различных сенсоров, камер и источников информации, передают их для отправки в пожарную часть.

Автоматические установки пожаротушения (АУПТ) — представляют собой комплексные установки электронного и механического оборудования, служащие для нейтрализации возгораний на объектах как внутри помещений, так и на открытом пространстве. Они давно и прочно заняли свое место в системе пожаротушения различных объектов благодаря своей высокой эффективности. Цель АУПТ - автономное тушение начальных стадий возгорания до приезда профессиональных пожарных, сведя тем самым к минимуму материальный ущерб и исключив человеческие жертвы (рис. 3) [8].

В конструкцию АУПТ входят:

- Прибор контроля и управления пожаротушения;
- Блок управления;
- Устройство дистанционного пуска;
- Модули газового пожаротушения;

- Модули порошкового пожаротушения;
- Датчики дымовые;
- Датчики тепловые;
- Датчики пламени;
- Извещатель магнитоконтактный;
- Световое табло;
- Светозвуковое оповещение.



Рис. 3. Схема автоматической системы пожаротушения (АУПТ)

Проблемы и вызовы, возникающие при внедрении умных датчиков и сенсоров:

Технические сложности:

1. Конфиденциальность и безопасность данных

Возникает необходимость в обеспечении защиты конфиденциальной информации от несанкционированного доступа и нарушений.

2. Вычислительная мощность и потребление энергии

Для работы алгоритмов искусственного интеллекта требуются значительные вычислительные мощности, что создаёт существенные проблемы для датчиков, которые

работают в удалённой или ограниченной по мощности среде.

3. Взаимодействие и стандарты

Нужно наладить взаимодействие между разными устройствами и системами, что требует установления стандартов в отрасли для датчиков, оснащенных искусственным интеллектом.

Финансовые затраты:

Стоимость внедрения на предприятии умных датчиков и сенсоров варьируется в зависимости от сложности проекта и используемых технологий.

Организационные аспекты:

Обучение персонала

Для внедрения умных технологий требуется, чтобы сотрудники приобрели новые навыки и знания. Необходимо обучить персонал и обеспечить поддержку на протяжении всех этапов внедрения технологии.

Интеграция с существующими системами

На многих предприятиях используются устаревшие системы, которые не могут поддерживать новые технологии и протоколы. От этого возникают трудности при подключении IoT-устройств.

Масштабность решений

Рост числа устройств, объёмов данных и запросов на обработку информации ведёт к повышению нагрузки на инфраструктуру, из-за чего её эффективность может уменьшиться.

Некоторые примеры успешного применения умных датчиков и сенсоров на российских предприятиях и результаты такого применения:

Смоленская АЭС

Инженеры каждый день обходят рабочее оборудование и проверяют каждую деталь. Чтобы сократить затраты, сотрудникам стали выдавать специальные устройства. Они рассчитывают оптимальный маршрут осмотра и сразу передают данные об оборудовании в дата-центр. Там данные автоматически анализируют и отправляют операторам, чтобы они решили, нужно ли что-то ремонтировать. Это помогло компании сэкономить 45 миллионов рублей в год [9].

СИБУР

Предприятия оснащены автоматизированными системами датчиков, которые

собирают данные и сигнализируют, если показатели выходят за пределы нормы. При этом все датчики (их около 3 тысяч) — собственная разработка СИБУРа: они отслеживают температуру и вибрации, устойчивы к взрывам и сложным климатическим условиям. Экономический эффект от использования промышленного интернета вещей только за 2020–2021 годы составил более 120 миллионов рублей [10].

Новолипецкий металлургический комбинат

На стане горячей прокатки усовершенствовали работу поточно-транспортной системы доставки рулонов металла от моталок в различные цеха. Для этого установили и настроили камеры, которые отслеживали положение рулонов на конвейерах и подъёмно-поворотном столе. Если камера видела проблемы с положением рулона, она его останавливала вне зависимости от поведения двигателя. Благодаря тому, что система стала задерживать рулоны в нужных местах, на производстве стало меньше брака [11].

Заключение

В статье были рассмотрены ключевые аспекты применения умных датчиков и сенсоров для мониторинга состояния оборудования и предотвращения пожаров. Современные технологии позволяют значительно повысить безопасность производственных объектов и снизить риск возникновения аварийных ситуаций благодаря своевременному обнаружению неисправностей и потенциально опасных условий. Внедрение таких систем является важным шагом на пути к созданию более безопасных и эффективных производственных процессов. Интеллектуальные технологии мониторинга открывают новые возможности для повышения уровня безопасности на предприятиях, что в конечном итоге приводит к снижению материальных потерь и сохранению человеческих жизней.

Список используемых источников:

1. Востриков А.Ю. Пожарная безопасность технологических процессов и производств / А.Ю. Востриков, И.Д. Нечаев, А.В. Аксеновский // Наука и Образование. — 2020. — Т. 3. — № 4. — С. 5-10.

2. Дробязко О.Н., Куликова Л.В. Системно-вероятностное моделирование систем обеспечения электробезопасности на объектах АПК // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (208). С. 94-101.

3. Доржиев Д.А. Пожарная безопасность на производстве / Д.А. Доржиев, В.А. Лебедева, О.В. Скоблещкая // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. — 2022. — Т. 2. — С. 208-210.

4. Титов Е.В., Сошников А.А., Куликова Л.В. Оценка защитного действия многослойного экрана в электрическом поле широкого диапазона частот // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 9 (179). С. 157-162.

5. Никольский О.К., Фараносов В.В., Суринский Д.О. Контроль и предотвращение пожаров от токов утечки в электроустановках производственного объекта [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. 2022. № 5. doi: <https://doi.org/10.51419/202125538>.

6. Габова, М.А. Оценка пожарных рисков электроустановок АПК на основе нейронных сетей // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. 2021. Т. 5. № 1. С. 217-221.

7. Никольский О.К. Модель функционирования системы техногенной безопасности электроустановок // Вестник АПК Ставрополя. 2021. № 1(41). С. 19-23. Doi: 10/31279/2222-9345-2021-10-41-19-23.

8. Shirobokova T., Surinsky D., Egorov S. Modeling of led luminaires with optimal temperature operation of leds // Intelligent Information Technology and Mathematical Modeling. 2021. Vol.174. No. 529. doi: 10.1088/1742-6596/2131/5/052093.

9. Куликова Л.В. Энергетический анализ производства продукции растениеводства/ Л.В. Куликова, Д.О. Суринский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (96). С. 176-179.

10. Суринский Д.О. Методика расчета энергосберегающих мероприятий при защите объектов АПК от вредителей/ Д.О. Суринский, К.А. Карнаухов // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).

Цитирование:

Суринский Д.О., Фараносов В.В., Юдин М.Е. Применение умных датчиков и сенсоров для мониторинга состояния оборудования и предотвращения пожаров [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2025. – № 1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2025/1/st_124.pdf
DOI: <https://doi.org/10.51419/202151124>.