

позволяла периодически проводить их калибровку. Правда, при таком подходе остается проблема периодической калибровки самих мер. Эту проблему можно решить только подключив первичные эталоны к сети Интернет, а это уже государственная задача. Стоит признать, что реализация такого подхода позволяет обеспечить достоверность результатов статических измерений, когда измеряемые величины изменяются медленно, но, к сожалению, это нельзя отнести к динамическим измерениям, ведь, как известно динамические погрешности не представляется возможным нормировать. В системах автоматического управления с обратной связью, динамические погрешности в какой то мере можно скомпенсировать, введя дифференциальную составляющую в алгоритм управляющего устройства. Гораздо сложнее это сделать в разомкнутых управляющих устройствах и, насколько нам известно, эта задача пока не имеет решения. Как нам представляется, она может быть решена путем использования адекватной динамической модели измерительного канала.

Сдерживающим фактором можно признать и не всегда достаточный уровень квалификации специалистов в сфере инновационного сельского хозяйства. Очевидно, в ближайшем будущем нам предстоит разработать новые учебные программы для ряда новых учебных дисциплин, а может быть и новой специальности, либо профилизации в рамках специальности по автоматизации.

#### **Выводы**

1. Наиболее перспективными сценариями применения Интернета Вещей в АПК на современном этапе можно признать «точное земледелие» и предиктивное техническое обслуживание электроустановок на перерабатывающих предприятиях.

2. Сдерживающими факторами широкого применения данной технологии являются: зачаточное состояние стандартизации в этой области, проблемы безопасности, сложности метрологического обеспечения, не всегда достаточный уровень квалификации специалистов в сфере инновационного сельского хозяйства.

#### **Литература**

1. Грингард С., Интернет вещей. Будущее уже здесь / С. Грингард // М.: Альпина Паблишер. – 2016. – 188 с.
2. Интернет вещей в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://svetich.info/publikacii/tochnoe-zemledelie/internet-veschei-v-selskom-hozjaistve.html/> - Дата доступа: 08.09.2024.
3. Предиктивное обслуживание оборудования: как избежать убытков из-за простоев и аварий [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://mcs.mail.ru/blog/prediktivnoe-obslyuzhivanie-oborudovaniya> - Дата доступа: 05.09.2024.

УДК 620.92:004

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЯ «ИНТЕРНЕТ-ВЕЩЕЙ» (IOT) В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ**

**Литвинюк Д.М.**

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

«Диагностический интернет» или «Интернет вещей» (IoT) в контексте диагностики, представляет собой сеть аппаратов, подключенных определенным образом к другим физическим устройствам и службам посредством Internet или другой сети для сбора, анализа и обмена данными о функционировании, производительности и о состоянии различных систем, что способствует поиску инновационных решений, необходимых для улучшения диагностирования состояния и устранения проблем.

Среди преимуществ использования IoT можно выделить:

–способность выполнять запросы удаленного мониторинга, улучшая удобство, безопасность и качество обрабатываемой информации. Например, использование диагностических Интернет вещей для мониторинга работы альтернативных источников энергии:

- установка датчиков на ветрогенераторы, солнечные панели и другое оборудование позволяет в реальном времени отслеживать их работу и состояние. Это способствует своевременному обнаружению неисправностей и предотвращению длительных простоев.

- IoT-устройства собирают данные о потреблении, производстве и распределении энергии. Это помогает оптимизировать использование возобновляемых источников, таких как солнечная и ветровая энергия.

- технологии IoT используются для построения "умных" сетей, которые обеспечивают более эффективное управление энергией. Датчики и сенсоры, подключенные к облачным или онлайн-сервисам, помогают оптимизировать распределение энергии.

–предоставление услуг прогнозного обслуживания, что может уменьшить время простоя, увеличить эффективность производства и значительно снизить затраты для клиентов. Один из способов применения IoT: мониторинг температуры, вибрации и шума промышленного оборудования, предоставлении информации и уведомления о их состоянии и производительности в режиме реального времени, что помогает предотвратить сбои, оптимизировать графики обслуживания, тем самым продлевая срок службы оборудования [1].

При использовании IoT наблюдаются следующие недостатки:

–IoT-устройства могут стать уязвимыми для кибератак. Недостаточная защита данных и недостаточное обновление программного обеспечения могут привести к утечке информации или даже к контролю над устройствами злоумышленниками.

–сбор большого объема данных о пользователях может вызвать вопросы о приватности. Какие данные собираются, как они используются и кому они доступны — все это важные вопросы.

–внедрение IoT-систем может быть сложным процессом. Различные устройства, протоколы и стандарты могут затруднить их взаимодействие и интеграцию в существующую инфраструктуру.

–IoT-устройства требуют постоянного подключения к сети. Если сеть недоступна или нестабильна, это может повлиять на функциональность системы.

–обслуживание большого количества устройств может быть трудоемким. Регулярная проверка, обновление и замена компонентов требуют ресурсов и времени.

Поддерживаются различные модели обмена сообщениями, включая передачу сообщений от устройства к облаку, отправку файлов с устройств и методы ответа на запрос для управления устройствами из облака. Центр Интернета вещей также предлагает функцию мониторинга, которая помогает вам следить за процессом создания, подключения и отказов устройств.

Перед внедрением любого диагностического решения Интернета вещей необходимо четко определить размер и цели системы, включая ключевые показатели эффективности, ожидаемые преимущества и результаты, потенциальные риски и проблемы, а также этические и юридические последствия. Эти аспекты помогут привести диагностическую систему Интернета вещей в соответствие с общей миссией и видением организации, а также определить заинтересованные стороны и их роли, и обязанности.

Диагностический Интернет вещей не просто технологическое новшество, но и стратегическая методика для улучшения производительности, надежности и безопасности любой системы. Будь то интеллектуальный дом, подключенный автомобиль, носимое устройство или медицинское оборудование, диагностический Интернет вещей может обеспечить ценные сведения о функционировании и состоянии системы, а также предложить предупредительные и профилактические меры для предотвращения сбоев, отказов или кибератак.

Благодаря росту IoT сейчас актуален Протокол Message Queuing Telemetry Transport (MQTT).

MQTT — это протокол обмена сообщениями по шаблону «издатель-подписчик» (pub/sub). Первоначальную версию в 1999 году опубликовали Энди Стэнфорд-Кларк из IBM и Арлен Ниппер из Cirrus Link. «Издатель-подписчик» рассматривал MQTT как способ поддержания связи между машинами в сетях с ограниченной пропускной способностью или непредсказуемой связью. Одним из первых вариантов его использования было обеспечение контакта фрагментов нефтепровода друг с другом и с центральными звеньями через спутники.

Учитывая жесткие условия использования, протокол разработан компактным и легким. Он подходит для устройств с низкой мощностью и ограниченной продолжительностью автономной работы подключенных устройств.

MQTT — не единственный в своём роде протокол обмена сообщениями pub/sub в реальном времени, но он уже получил широкое распространение в различных средах, которые зависят от межмашинной связи. Используются также: Web Application Messaging Protocol, Streaming Text-Oriented Messaging Protocol и Alternative Message Queueing Protocol.

MQTT стал протоколом для потоковой передачи данных между устройствами с ограниченной мощностью CPU и/или временем автономной работы, а также для сетей с дорогой или низкой пропускной способностью, непредсказуемой стабильностью или высокой задержкой. MQTT построен на протоколе TCP/IP, но есть ответвление MQTT-SN для работы по Bluetooth, UDP, ZigBee и в других сетях IoT, отличных от TCP/IP [2].

В заключение, преимущества использования Интернета вещей (IoT) в качестве диагностического оборудования являются многочисленными и значительными. IoT предлагает новые возможности для улучшения эффективности, точности и надежности диагностических процедур. Он позволяет проводить удаленный мониторинг, прогнозное обслуживание и интеллектуальную диагностику, что ведет к улучшению качества, оптимизации рабочих процессов и снижению затрат. Однако, несмотря на все эти преимущества, важно также учитывать потенциальные вызовы, связанные с безопасностью данных, совместимостью и интеграцией IoT-устройств. В целом, с учетом правильного управления и обслуживания, IoT может стать мощным инструментом в руках специалистов по диагностике, открывая новые горизонты в области здравоохранения, производства и многих других отраслях [3].

#### Литература

1. Кокунин П.А. Введение в Интернет вещей [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.А. Кокунин, И.И. Латыпов, Л.С. Латыпова. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 6,42 Мб). – Казань: Издательство Казанского университета, 2022. – 147 с.
2. Папуловская Н.В. Основы интернета вещей: учебно-методическое пособие / Н.В. Папуловская; М-во науки и высшего образования РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 104 с.
3. Глушак Е.В. Введение в Интернет вещей: учебное пособие / Е.В. Глушак, А.В. Куприянов. – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – 104 с.