

Литература

1. Ильин, Р. М. Обоснование параметров системы мониторинга микроклимата в животноводческих помещениях / Р. М. Ильин, С. В. Второй // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 92. – 2017. – с. 212-217.
2. Клибанова, Ю. Ю. Опытный образец интеллектуальной системы измерения микроклиматических параметров животноводческого помещения / Ю. Ю. Клибанова, Р. Е. Барахтенко, А. Е. Гусаров // Климат, экология и сельское хозяйство Евразии : Материалы XII международной научно-практической конференции, п. Молодежный, 27–28 апреля 2023 года. Том II. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 90-95.
3. Клибанова, Ю. Ю. Разработка автоматизированной системы диагностики микроклимата в животноводческих комплексах / Ю. Ю. Клибанова, И. Е. Гамаюнов // Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, п. Молодежный, 05–06 ноября 2020 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2020. – С. 170-177. – EDN YHFLDF.
4. Павлов, С.А. Обоснование соблюдения основных параметров микроклимата при содержании крупного рогатого скота / С. А. Павлов, Ю. Ю. Клибанова, Р. Е. Барахтенко, А. Е. Гусаров // Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти Александра Александровича Ежевского, п. Молодежный, 16–17 ноября 2023 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 289-294.
5. Павлов, С. А. Параметры микроклимата животноводческих помещений и их влияние на организм животного / С. А. Павлов // Климат, экология и сельское хозяйство Евразии : Материалы XII международной научно-практической конференции, п. Молодежный, 27–28 апреля 2023 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. – 2023. – с. 281-286.
6. Павлов, С. А. Проектирование модуля для сбора информации о параметрах микроклимата в животноводческом помещении на базе Arduino UNO / С. А. Павлов, Ю. Ю. Клибанова, Р. Е. Барахтенко, А. Е. Гусаров // Journal of Agriculture and Environment. – 2024. – № 3(43). – <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.43.4>
7. Павлов, С. А. Система диагностики параметров микроклимата животноводческих помещений «intelbox» / С. А. Павлов, Ю. Ю. Клибанова, Р. Е. Барахтенко, А. Е. Гусаров // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии : Материалы XIII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского», п. Молодежный, 25–26 апреля 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 225-231.

УДК 63:004.738.5

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В АПК**

Ковалев В.А., к.т.н, доцент, **Крутов А.В.**, к.т.н, доцент, **Скочек И.И.**

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Одной из основополагающих технологий 4-й промышленной революции (Индустрии 4.0) является Интернет Вещей (Internet of Things – IoT). Под ним понимают концепцию сети передачи данных между физическими объектами («вещами»), оснащёнными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой [1].

Интернет Вещей уже сейчас является неотъемлемой частью при построении таких комплексных систем как «умный дом», «умный город», «умная энергосистема», «умное здравоохранение», «умное сельское хозяйство».

Сельскохозяйственное производство и другие объекты агропромышленного комплекса, по мнению многих экспертов, весьма перспективны для внедрения IoT, поэтому высока вероятность расширения его приложений в этой сфере в течение ближайших лет [2].

В такой области, как «точное земледелие», данные, получаемые в реальном времени от интеллектуальных датчиков о почве, ее питательном составе и кислотности, уровнях увлажнения, погоде, качестве воздуха и т.д., накопленные и аналитически обработанные по технологии Big Data (Большие данные), позволяют работникам села принимать более обоснованные решения относительно сроков посадки и сбора урожая, внесения удобрений, применения гербицидов и т.д.

Еще одним перспективным сценарием применения IoT может стать так называемое предиктивное техническое обслуживание оборудования. Предиктивное обслуживание (Predictive Maintenance, PdM) – вид обслуживания оборудования, основанный на диагностике и контроле его состояния [3]. Благодаря оснащению оборудования различными датчиками, сбор данных о его техническом состоянии может выполняться не периодически, а непрерывно, без приостановки эксплуатации оборудования. Своевременное обнаружение даже небольших отклонений рабочих параметров позволяет оперативно принимать меры для обеспечения нормальной работы оборудования. Технологии Big Data позволяют прогнозировать время наступления отказа с высокой точностью.

Для быстрого объединения датчиков в сеть Интернета Вещей можно использовать облачные платформы, которые позволяют обойтись без собственных серверов и передавать данные прямо в облако по защищенным каналам. Кроме того, такие платформы помогают анализировать данные, собранные с датчиков, и оптимизировать бизнес-процессы. В Республике Беларусь подобные платформы созданы операторами мобильной связи МТС и А1.

К сожалению применению технологии Интернета Вещей, особенно Промышленного Интернета Вещей (IIoT), как в АПК, так и в целом, препятствует ряд факторов.

Одним из них следует признать недостаточно развитое состояние стандартизации в этой области. В отсутствие общепризнанных стандартов производителям оборудования и программного обеспечения для IoT приходится зачастую идти своим путем, что существенно затрудняет возможность использования продуктов разных производителей. Следует отметить, что в настоящее время здесь наметился существенный сдвиг в лучшую сторону, появился ряд международных стандартов, еще большее их количество находятся на заключительных стадиях разработки.

Вторая причина – обеспечение безопасности таких решений. Этот фактор является одним из основных сдерживающих для широкого применения IIoT, ведь любой сбой в системе управления промышленной технологической установкой может привести к неприемлемому ущербу.

Еще одним проблемным вопросом является обеспечение достоверности информации. Первичным источником информации в большинстве случаев являются измерения, производимые в автоматическом режиме с использованием интеллектуальных датчиков, а значит необходимо создать надлежащее метрологическое обеспечение большого парка средств измерений.

Традиционные подходы, базирующиеся на первичной и периодической поверках, либо калибровках, в поверочных и калибровочных лабораториях, здесь очевидно малопригодны. Если не решить проблему обеспечения единства измерений в приложениях Интернета Вещей, то значимость конечной информации, на основании которой принимаются решения по воздействию на процессы с участием человека, либо автоматически, может быть ничтожной. Очевидно, что в такой ситуации нужен парк интеллектуальных датчиков, содержащих в своем составе меру измеряемой величины, или однородной с ней, которая бы

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.