

DOI 10.25741/2413-287X-2021-01-2-132

УДК 681.518.5

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ

А. ЯБЛОКОВ, канд. техн. наук, **И. БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ**, д-р техн. наук, **Е. ОЛЬШАНОВА**, ФГБОУ ВО «МГУПП»

E-mail: yablokov_alex@mail.ru

Наиболее эффективный способ автоматизации процессов технического контроля оборудования — создание распределенной системы сбора и анализа диагностической информации. Основные элементы системы: первичные датчики, системы сбора и обработки информации, серверная часть и веб-приложения для доступа конечных пользователей к информации. Преимуществом такого подхода является высокая квалификация специалистов — разработчиков системы, применение облачных технологий, использование нейросетевых методов анализа данных. Пользователи системы: эксплуатирующие и ремонтные организации, разработчики оборудования, органы технического надзора.

Ключевые слова: *техническая диагностика, мониторинг оборудования, оборудование для производства комбикормов, информационные технологии, распределенная система сбора и обработки данных.*

Экономическая эффективность работы предприятия, в том числе по производству комбикормов, зависит от прибыли, капитальных и текущих затрат. Последние включают затраты на техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) оборудования. Оптимизация мероприятий по ТОиР позволяет снизить эти затраты.

В настоящее время применяют различные стратегии обслуживания оборудования: реактивное, по регламенту, по фактическому состоянию оборудования, ориентированное на надежность (RCM), на основе оценки рисков (RBM), экономической эффективности воздействий на оборудование (NPV) и др. [1]. Однако на зерноперерабатывающих предприятиях, как правило, используют две стратегии: реактивное обслуживание (по факту выхода из строя) и планово-предупредительный ремонт (ППР) [2]. Обе стратегии имеют свои недостатки: аварийная остановка приводит к незапланированным простоям, а ремонтные работы по регламенту зачастую выполняются без их фактической необходимости [3]. Более прогрессивной стратегией ТОиР является обслуживание оборудования по фактическому состоянию [1, 2, 3]. При этом ремонтные работы проводятся по мере необходимости, исходя из текущего состояния оборудования.

The most effective way to automate equipment technical control procedures is to create a distributed system for collecting and analyzing diagnostic information. The main elements of the system are: primary sensors, systems for collecting and processing information, server part and web applications for end-user access to information. The advantage of this approach is the high qualification of specialists — system developers, the use of cloud technologies, the use of neural network methods for data analysis. The users of the system are operating and repair organizations, equipment developers, and technical supervision bodies.

Keywords: *technical diagnostics, equipment monitoring, information technology, distributed data collection and processing system.*

Для определения текущего технического состояния производственных фондов необходимо разрабатывать и внедрять методы и средства технической диагностики. Задача диагностики сводится к определению класса технического состояния объекта диагностирования по значениям диагностических признаков. В качестве таких признаков могут использоваться различные физические величины (температура, вибрация, скорость рабочих органов, мощность привода и т.д.) работающего оборудования. Методы функциональной диагностики широко применяются в различных отраслях промышленности (текстильной, нефтегазовой, деревообрабатывающей и др.). При этом системы мониторинга и диагностики позиционируются как локальные и развертываются силами предприятий [4]. На комбикормовых заводах техническая диагностика пока еще мало используется из-за отсутствия методологической основы и квалифицированных специалистов для разработки и внедрения подобных систем.

В ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» (МГУПП) на кафедре ПМИИТС проводятся исследования по разработке систем мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий. Цель работы — обеспечение безопасности

производства, повышение показателей экономической эффективности (фондоотдачи) предприятия путем технического совершенствования оборудования, оптимизации мероприятий по его ТОиР.

Для достижения поставленной цели необходимо разработать:

- методологические основы создания автоматизированных систем мониторинга и технического диагностирования оборудования;
- доступные аппаратные и программные средства сбора и предварительной обработки диагностической информации;
- процедуру определения класса технического состояния оборудования на базе детерминированных моделей, методов нечеткой логики и нейросетевого анализа данных;
- программное обеспечение серверной части системы мониторинга для сбора, хранения и обработки информации на базе облачных технологий и веб-приложения для обеспечения доступа конечных пользователей.

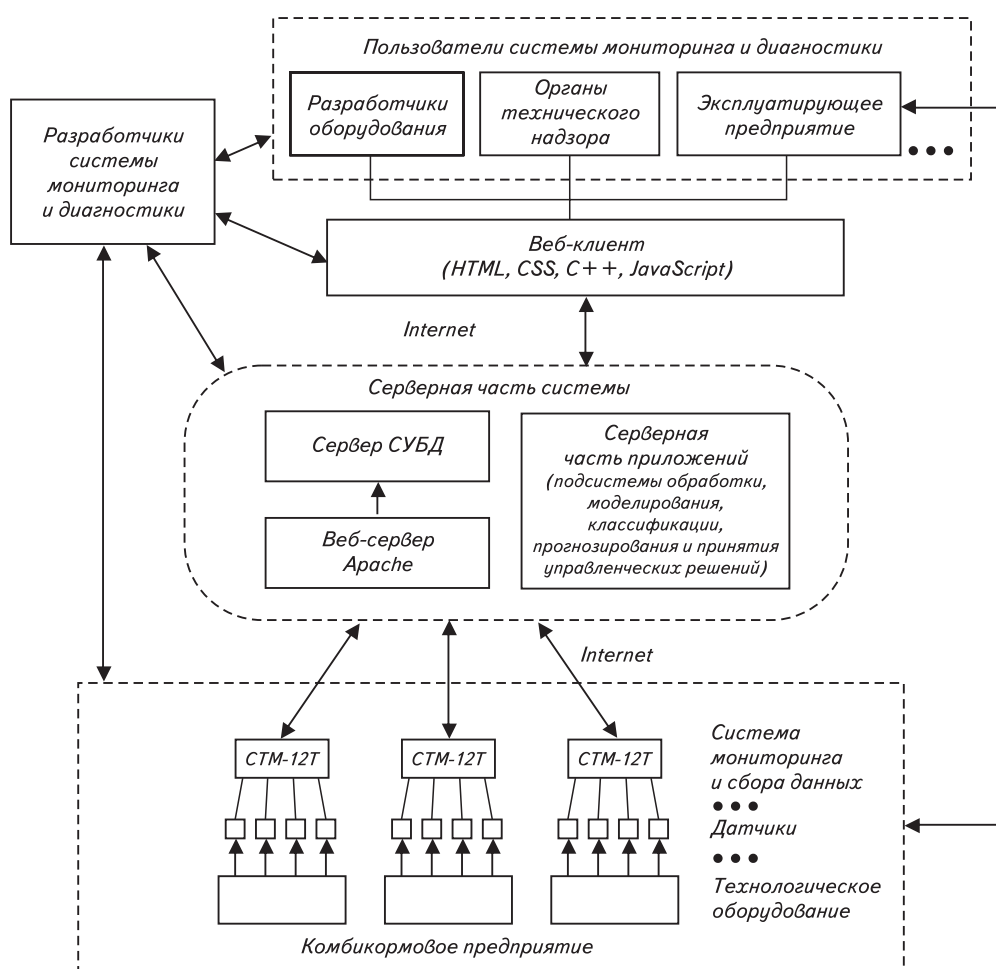
Создание системы мониторинга — комплексная задача. Ее решение лежит в области автоматизации и информационных технологий и достигается путем интеграции объ-

ектов контроля и пользователей системы в одно общее информационное пространство. Эффективным решением является создание распределенной системы сбора и анализа диагностической информации. Подобные системы реализованы в энергетике и успешно используются для сбора и учета энергоресурсов [5].

На рисунке представлено концептуальное решение распределенной системы мониторинга и диагностики (РСМиД). Объект системы — технологическое оборудование; аппаратная часть — датчики физических величин и системы сбора и предварительной обработки диагностической информации, которые в режиме реального времени измеряют физические параметры работы оборудования. Полученная информация через сеть Internet посредством проводных каналов связи (по интерфейсу RS-485) или по радиоканалу (Wi-Fi, GSM/GPRS) передается на серверную часть системы мониторинга. Примером аппаратных средств сбора и предварительной обработки диагностической информации является разработанная в МГУПП стационарная телеметрическая система мониторинга СТМ-12Т [6].

Программные средства серверной части системы включают приложения для обработки, моделирования, классификации, прогнозирования и принятия управленческих решений; обеспечивают комплексную обработку данных с последующей выдачей интеллектуальных решений и рекомендаций по дальнейшей эксплуатации, обслуживанию и совершенствованию оборудования. Для обработки больших массивов собранной диагностической информации с целью решения задачи классификации и прогнозирования технического состояния объекта контроля используются различные методы статистического анализа данных, в том числе искусственные нейронные сети (ИНС) [7].

Согласно предложенной концепции разработчиком и модератором системы мониторинга является специализирующаяся организация. Ее высококвалифицированные специалисты в области диагностики и IT-технологий обеспечивают методологическую,



Концептуальное решение распределенной системы мониторинга и диагностики

техническую и информационную поддержку РСМид. Пользователи системы — эксплуатирующие предприятия (ремонтный персонал, служба главного энергетика, руководство предприятия); проектировщики и изготовители оборудования; организации технического надзора; ремонтные организации; независимые эксперты и др. Доступ пользователей к информационной системе осуществляется по подписке посредством веб-приложений.

Веб-приложение — это клиент-серверное приложение, в котором клиентом выступает браузер, а сервером — веб-сервер. Логика веб-приложения распределена между сервером и клиентом, хранение данных осуществляется на сервере, обмен информацией происходит посредством сетевых протоколов. Веб-приложение состоит минимум из трех компонентов: серверной части, системы управления базами данных (СУБД) и клиентской части.

Серверная часть — совокупность программного обеспечения, расположенного на системном сервере и отвечающего за обработку пользовательских запросов и выдачу результатов. Система управления базами данных обеспечивает администрирование располагающейся на сервере базы данных и извлечение из нее данных, необходимых для формирования ответа на клиентские запросы.

Клиентская часть представляет собой графический интерфейс пользователя системы, отображаемый в браузере. Обычно в рамках веб-ориентированных информационных систем реализуется так называемый тонкий клиент, отвечающий только за отображение информации и не участвующий в ее обработке. В качестве средства разработки серверной части веб-приложения может быть использован практически любой из современных высокоуровневых языков программирования — PHP, Perl, Ruby, Java, C/C++, а также платформа .NET.

Использование распределенной системы мониторинга позволит разработчикам и производителям оборудования контролировать его работу, а также проводить ресурсные испытания нового оборудования в производственных условиях путем непрерывного сбора и анализа телеметрической информации с функционирующих машин. Это позволит оценить их надежность, определить квалификационные требования к обслуживающему персоналу, накопить статистические данные по режимам работы, получить представление об интенсивности и скорости изнашивания деталей, конкретизировать требования к видам и срокам технического обслуживания оборудования, а в случае необходимости внести изменения в его конструкцию.

С целью оптимизации затрат на инфраструктуру, связанных с развертыванием и поддержанием IT-решений в области технического мониторинга и диагностики оборудования, целесообразно использовать облачные технологии. Это обеспечит гарантированный и безопасный доступ ко всей информации. Доступ возможен из любой

точки, где есть Internet. Преимущество облачных технологий заключается в снижении затрат на обслуживание виртуальной инфраструктуры и в повышении надежности системы.

Применение распределенных систем мониторинга и диагностики технологического оборудования обеспечит повышение безопасности на производстве. Функции прогнозирования и оптимизации сроков ТОиР, встроенные в систему, позволяют рассчитывать остаточный ресурс оборудования, оптимизировать сроки и виды ТОиР, перейти от технического обслуживания по регламенту (или по выходу из строя) к обслуживанию по фактическому состоянию.

Литература

1. Антоненко, И. Н. Технологическое обслуживание и ремонт оборудования. Эволюция практики и систем управления / И. Н. Антоненко, И. Э. Крюков // Молочная промышленность. — 2011. — № 10. — С. 12–15.
2. Яблоков, А. Е. Техническая диагностика оборудования: перспективные методы и средства / А. Е. Яблоков // Комбикорма. — 2013. — № 5. — С. 57–59.
3. Терехин, С. Ю. Разработка методов и средств виброакустической диагностики оборудования комбикормового производства / С. Ю. Терехин, Л. А. Глебов, А. Е. Яблоков // Естественные и технические науки. — 2008. — № 5 (37). — С. 370.
4. Костюков, В. Н. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: учеб. пособие / В. Н. Костюков, А. П. Науменко. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. — 360 с.
5. Малютин, А. Г. Архитектурные аспекты реализации корпоративной информационной системы мониторинга и учета ресурсов / А. Г. Малютин, А. А. Лаврухин, А. С. Окишев // Известия Транссиба. — 2017. — № 4 (32). — С. 130–141.
6. Яблоков, А. Е. Технический мониторинг, диагностика и защита оборудования / А. Е. Яблоков, Б. Н. Федоренко, М. А. Латышев // Комбикорма. — 2018. — № 6. — С. 32–34.
7. Яблоков, А. Е. Нейросетевые технологии в задаче мониторинга машин комбикормового производства / А. Е. Яблоков // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2015. — № 6. — С. 41–44. ■