

DOI 10.33920/pro-2-2011-01

УДК 004.77:338.32

ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ МОБИЛЬНОГО ПЕРСОНАЛА

Антоненко, И. Н., канд. техн. наук, начальник отдела маркетинга
НПП «СпецТек», Санкт-Петербург,
197022, Санкт-Петербург, а/я 166

Мобильный персонал осуществляет свою деятельность, перемещаясь в цеху и находясь непосредственно у обслуживаемых и подконтрольных машин и оборудования. Это дежурный оперативный персонал (обходы и осмотры), ремонтные и аварийные бригады, выездные сервисные инженеры. Эффективность этого персонала значительно повышается при использовании мобильных компьютерных устройств. В статье рассмотрены возможности мобильных приложений при выполнении обходов и ремонтов оборудования, приведены примеры выполненных проектов.

Ключевые слова: цифровизация, управление активами, ТОиР, обходы оборудования, информационные системы, мобильные приложения.

INFORMATION SUPPORT AND MANAGEMENT OF MOBILE STAFF ACTIVITIES

Antonenko, I.N. PhD Candidate in Engineering, head of the Marketing Department
RPE SpetsTek, Saint Petersburg

Mobile personnel carry out their activities by moving in the shop floor and being directly at the serviced and controlled machines and equipment. These are on-duty operational personnel (rounds and inspections), repair and emergency teams, and field service engineers. The effectiveness of this staff is significantly increased when using mobile computer devices. The article discusses the capabilities of mobile applications when performing equipment maintenance and repairs, and provides examples of completed projects.

Keywords: digitization, asset management, maintenance and repair, equipment rounds, information systems, mobile applications.

Текущее десятилетие отмечено значительным ростом вычислительной мощности мобильных компьютерных устройств (МКУ), примерами которых

являются смартфоны, коммуникаторы, мобильные терминалы сбора данных, промышленные планшеты. Достигнутый технический уровень этих «гадже-

тов» изменил взгляды на архитектуру современных информационных систем управления производственными активами (ИСУПА). Теперь, помимо стационарных персональных компьютеров и серверов, в составе сети рабочих мест ИСУПА все чаще появляются МКУ.

Мобильный персонал, имея на руках такое МКУ, с его помощью получает удаленный доступ к данным в ИСУПА и, наоборот, может с него вводить данные в ИСУПА, находясь при этом в производственной зоне, рядом с обслуживаемым или подконтрольным оборудованием. Возможности МКУ позволяют, с одной стороны, обеспечить информационную поддержку мобильного персонала в производственной зоне, а с другой — обеспечить контроль руководства за его деятельностью в реальном масштабе времени.

В простейшем случае на МКУ достаточно иметь интернет-браузер и связь с сервером данных ИСУПА по локальному каналу Wi-Fi. Браузер предоставляет инструменты Web-интерфейса для удобного взаимодействия мобильных сотрудников с ИСУПА (кнопки, вкладки, окна ввода данных), а вся функциональность фактически реализуется на сервере ИСУПА.

Однако не всегда и не везде можно организовать непрерывную связь МКУ с сервером данных ИСУПА, и есть потребность в автономном использовании МКУ. Поэтому более универсальным является вариант, когда на МКУ устанавливается специальное программное приложение, реализующее пользовательские функции и временное хранение данных непосредственно на МКУ. Автоматическая передача данных с МКУ в базу данных ИСУПА в этом случае осуществляется в те моменты, когда МКУ оказывается на связи с сервером данных ИСУПА. Подробнее вопросы построения

архитектуры ИСУПА, администрирования, организации взаимодействия с МКУ рассмотрены в работах [1, 2], а основные возможности ИСУПА представлены в статье [3].

ОБХОДЫ И ОСМОТРЫ ОБОРУДОВАНИЯ

Обходы и осмотры оборудования являются важным элементом проактивной стратегии технического обслуживания, предполагающей контроль состояния и раннее выявление несоответствий, являющихся предвестниками отказов и аварийных ситуаций. Обходы и осмотры являются частью процесса управления несоответствиями, который включает в себя также анализ первопричин, планирование и выполнение работ по предупреждению и устранению несоответствий, анализ повреждаемости оборудования и оценку эффективности.

Типичный образ обходчика — рабочий в спецодежде и с рацией, продвигающийся от одной единицы оборудования к другой и сообщающий начальнику смены о ситуациях в цеху, которые, по его мнению, могут потребовать технического обслуживания или диагностики технического состояния.

При этом остаются открытыми вопросы, действительно ли он сейчас находится в том месте, о котором говорит, правильно ли он идентифицировал объект, о котором говорит, действительно ли он непосредственно осмотрел каждый объект или на какие-то из них только взглянул издалека, насколько точно он идентифицировал обнаруженную проблему и снял технологические параметры. Последнее в определенных случаях требует достаточно высокой квалификации и опыта, при отсутствии которых могут быть упущены или искажены важные детали. Таким

образом, передаваемая обходчиком информация может быть неполной, неточной и даже совершенно ошибочной. Но главное — это последующее интуитивное принятие решений на такой шаткой основе.

Другой вариант — обходчик с блоком, бумажным журналом или в более продвинутых случаях с бумажным чек-листом обхода. Чек-листы распечатываются из информационной системы управления производственными активами (ИСУПА) и выдаются конкретным исполнителям, которые заполняют их вручную во время обхода. По завершении исполнитель передает чек-лист мастеру, чтобы он перенес информацию с бумажного носителя в ИСУПА, или делает это сам.

Такая организация обходов и осмотров чревата задержками информации, возможно критически важной, ее искажением или потерей, особенно когда

ее вводом в ИСУПА занимается другое лицо, а также излишней трудоемкостью записи и последующего переноса данных с одного носителя на другой. Кроме того, невозможно оперативно подготовить всесторонний анализ по осмотрам оборудования и сложно контролировать их выполнение.

Совершенно новый уровень производительности персонала и эффективности управления обходами обеспечивается, когда в составе сети рабочих мест ИСУПА появляются МКУ.

Подготовка МКУ к использованию обходчиком предполагает централизованную выгрузку на них заданий на выполнение обходов, с распределением их индивидуально по исполнителям (рис. 1). Исполнитель может видеть на МКУ весь объем своих задач на смену. На МКУ также выгружаются фрагмент базы данных по оборудованию, в той части, по которой предстоит

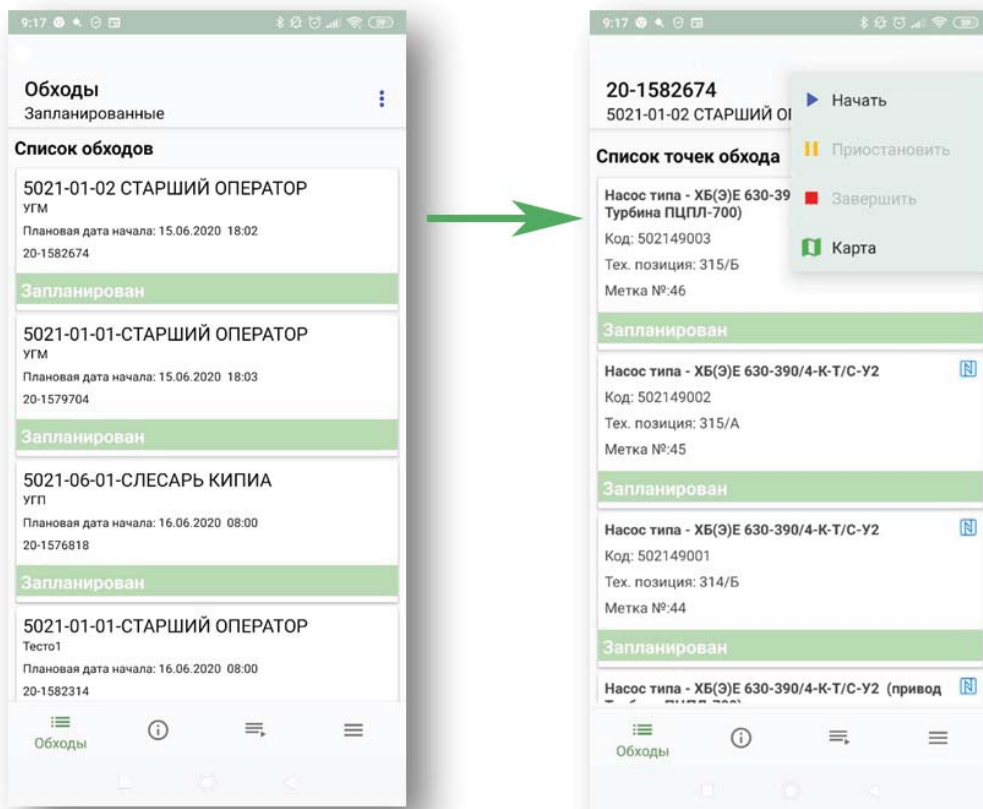


Рис. 1. Список запланированных обходов и структура обхода

обход, электронный чек-лист визуального осмотра, документация к обходу. На экране МКУ отображается карта обхода с точками замера параметров.

Обходчик, продвигаясь по маршруту, с помощью МКУ считывает с каждой единицы оборудования ее уникальную RFID-метку (NFC). По коду этой метки в базе данных автоматически идентифицируется соответствующий объект осмотра, а информация по нему выводится на экран МКУ.

По этой же метке место нахождения обходчика ставится в соответствие с этим объектом. Благодаря этому руководитель видит на своем компьютере, где находится обходчик, соблюдает ли он маршрут обхода. Тем самым обеспечивается наблюдаемость обходов и повышается персональная ответственность за их выполнение.

На сенсорном экране МКУ обходчик заполняет чек-лист визуального

осмотра каждой единицы оборудования, вводит контролируемые технологические параметры или параметры технического состояния (рис. 2). Последние могут вводиться как вручную, так и автоматически, если МКУ интегрировано со встроенной в оборудование системой контроля состояния.

С помощью МКУ он также регистрирует обнаруженные несоответствия, вводит их описания (в терминах «посторонний шум», «вибрация», «протечка масла» и так далее), в том числе производит их фото- или видеофиксацию, при этом несоответствие с описанием привязывается в базе данных к соответствующей единице оборудования или узлу. Если МКУ оснащено виброметром и тепловизором, то с его помощью измеряются параметры, характеризующие несоответствие.

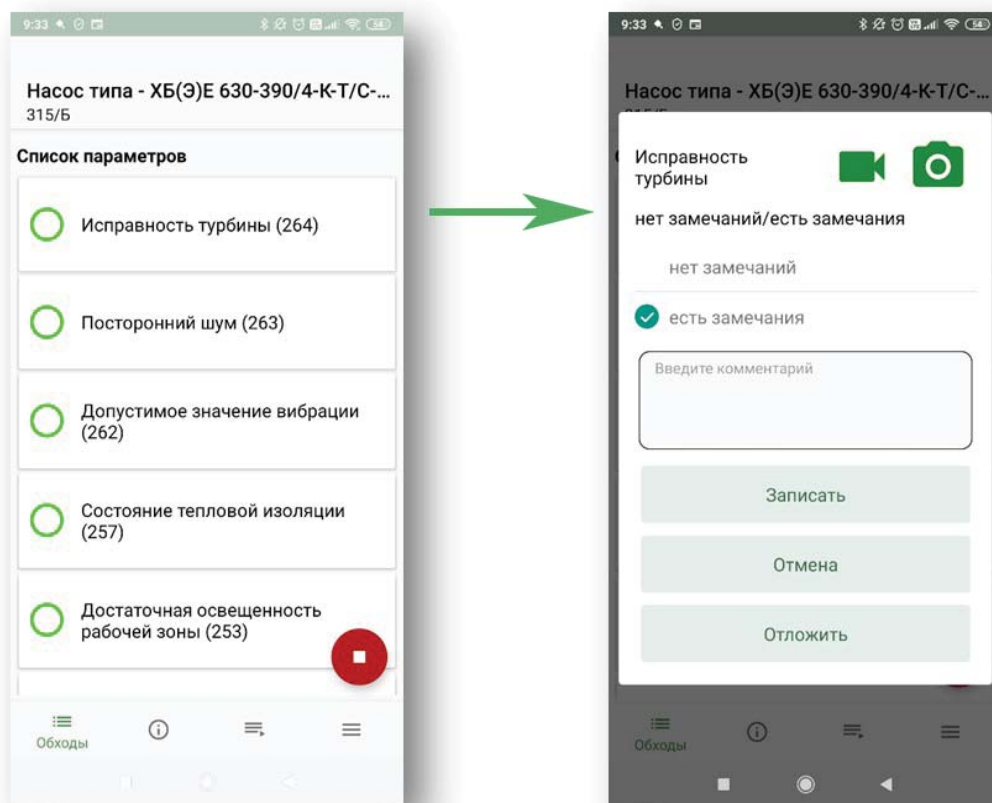


Рис. 2. Чек-лист осмотра и регистрация несоответствия

На основании выявленного несоответствия обходчик через МКУ создает заявку на выполнение работы по его устранению, которая вместе со всей информацией по несоответствию поступает на проверку и утверждение. Решения, принимаемые при такой информационной поддержке, будут уже основаны на данных, а не на интуиции. Это также экономит время, так как начальнику смены не потребуется каждый раз выходить на объект для проверки дефекта.

После утверждения заявки формируется задание на выполнение работы, которое выгружается на МКУ ремонтника.

ПРОЕКТ В КАО «АЗОТ»

В настоящее время компания НПП «СпецТек» выполняет проект внедрения МКУ в практику обходов и осмотров оборудования в КАО «Азот». Первый этап создания электронной системы обходов (ЭСО-1) на этом предприятии уже завершен, системой охвачено около 50% оборудования цеха аммиака — 1 и цеха карбамида.

В рамках первого этапа заказчику поставлена лицензия на использование мобильного приложения TRIM-Mobile, которое было развернуто на 40 МКУ. Совместными усилиями создана база данных ЭСО-1 по маршрутам обходов (65 обходов), включая изображения маршрутов обходов для их наглядной визуализации на МКУ. Из действующей на КАО «Азот» информационной системы «Галактика ERP» в систему ЭСО-1 было загружено оборудование и нормативно-справочная информация по дефектам.

Для непрерывного взаимодействия и обмена данными между ЭСО-1 и системой «Галактика ERP» разработан и введен в эксплуатацию модуль интеграции. Заказчику поставлены NFC-метки для идентификации объ-

ектов осмотра (по 200 меток в каждый из двух цехов). Они были установлены сотрудниками КАО «Азот» на подконтрольном оборудовании, а специалисты НПП «СпецТек» привязали их к соответствующим объектам в базе данных.

В ЭСО-1 теперь планируется от 1500 до 2000 обходов в месяц, в системе порядка 200 пользователей. Результаты обходов в реальном времени отображаются на мониторе соответствующего руководителя (рис. 3). При этом для удобства контроля состояние объектов может отмечаться цветом, например красным для критических несоответствий.

Кроме автоматизации операций персонала во время обходов и сокращения трудозатрат, проект ЭСО-1 дал еще ряд результатов:

- сократилось время между осмотром и получением результатов осмотра лицами, принимающими решения по управлению надежностью, тем самым созданы условия для своевременного выявления рисков;
- повысился уровень контроля за выполнением обходов и, как следствие, степень фактического их выполнения;
- повысилась достоверность собираемых при обходах данных, поскольку исключены промежуточные носители информации;
- логика программного приложения помогает соблюдать внутренние и внешние нормативные требования к содержанию и порядку проведения обходов.

С февраля 2020 г. ЭСО-1 введена в эксплуатацию. В настоящее время развернут второй этап проекта (ЭСО-2). Его основным содержанием является расширение охвата оборудования в цехах аммиака — 1 и карбамида, масштабирование



Рис. 3. Монитор результатов осмотров

системы на цеха аммиака — 2, № 13, 15, цех газового сырья. С этой целью заказчику поставлена генеральная лицензия на использование программного обеспечения TRIM-Mobile (без ограничения количества пользователей) и соответствующее количество NFC-меток. Предстоит создать базу данных ЭСО-2 в объеме до 400 маршрутов обходов и до 5000 карт осмотров, развернуть мобильное приложение TRIM-Mobile на МКУ (до 100 устройств). Предполагается также функциональное развитие системы по итогам эксплуатации ЭСО-1. Завершится этап техническим сопровождением ЭСО-2 во время опытной эксплуатации в течение двух месяцев.

РЕМОНТ И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Подготовка МКУ к использованию ремонтниками предполагает выгрузку на них заданий на работы, с распределением их по исполнителям. На МКУ выгружается также фрагмент базы данных по оборудованию, в той части, по которой предстоит ремонт, включая паспортные данные, изображения (фотографии, схемы), измеряемые параметры и их значения за прошлый период, эксплуатационную и ремонтную документацию.

Ремонтник, получив наряд-заказ на работу, может непосредственно на своем МКУ ознакомиться с содержанием работы, нормативно-справочной информацией по объекту ремонта, с документацией по работе и правилами ее безопасного выполнения, принять работу к исполнению, автоматически проверить наличие на складе и локацию необходимых для данной работы запасных частей и материалов. Прибыв на цеховой склад и получая запчасти, ремонтник может с помощью своего МКУ считать с запчасти ее уникальный штрих-код

(или QR-код, или RFID-метку) и тем самым автоматически оформить ее получение на себя.

Прибыв на место выполнения работы, с помощью МКУ ремонтник считывает NFC-метку с оборудования и регистрирует начало работы. При выполнении работы он может использовать доступную с МКУ документацию или видеоинструкции. По ее выполнении он, опять же посредством МКУ, может произвести фотофиксацию результатов выполненной работы, с привязкой фото к объекту ремонта в базе данных, вводит отметку о выполнении работы, информацию о фактических затратах на запасные части и материалы. Сформированный таким образом отчет о выполнении работы загружается в базу данных ИСУПА.

Отдельного внимания заслуживает использование МКУ и мобильных приложений сервисной организацией, которая может выполнять работы, назначаемые по итогам обходов.

Одним из ключевых показателей эффективности сервисной организации является величина FTF (First-Time Fix, доля заказов на сервис, закрытых с первого раза). Согласно отчету по исследованию, выполненному Aberdeen Group [4], лучшие сервисные организации обеспечивают FTF на уровне 89% (Best-in-Class), среднее значение — 75%.

Работы выполняет выездной персонал, который является ценным ресурсом сервисной организации. Повторные выезды к заказчику для решения одной и той же проблемы вынуждают сервисную организацию нанять больше людей, а значит, нести соответствующие затраты. Кроме того, низкий показатель FTF негативно сказывается на репутации сервисной организации. Поэтому, если сервисная компания получает оплату за каждый выезд, даже за повторный, низкий FTF

в долгосрочной перспективе ухудшает его положение на рынке услуг.

Причиной низкого FTF может быть:

1. Отсутствие запасных частей или инструментов: техник прибывает на место и понимает, что с собой или на месте нет необходимого. Причина: непрозрачность складских запасов запчастей, неточное определение проблемы при осмотре оборудования, искажение информации о проблеме при ее передаче в сервисную организацию.

2. Отсутствие навыков: техник прибывает на место и понимает, что у него нет подготовки для решения проблемы, или он решает ее слишком долго из-за недостатка навыков и не успевает решить за один выезд. Причина: диспетчеры сервисной организации плохо управляют ресурсами — не имеют данных, на каком оборудовании возникла проблема, в чем эта проблема состоит, какая квалификация требуется для ее решения, нужен ли специальный допуск, какую квалификацию имеет каждый сервисный инженер, и отправляют первого попавшегося инженера.

3. Плохое планирование работ: техник прибывает на место, когда оставшегося до конца рабочего дня времени недостаточно для решения проблемы и он должен будет выехать повторно на следующий день. Причина: диспетчеры не располагают данными, сколько времени требуется на выполнение конкретной работы.

4. Плохая коммуникация с заказчиком: за время, прошедшее с момента получения заявки, оборудование было перемещено, поэтому инженер прибыл по неправильному адресу.

Решением перечисленных проблем является подключение сервисной организации к ИСУПА заказчика работ или, наоборот, подключение заказчика к ИСУПА сервисной организации, а также использование сервисными

инженерами МКУ и мобильных приложений.

ПРОЕКТ В СЕРВИСНОМ ЦЕНТРЕ «ИОКОГАВА ЭЛЕКТРИК СНГ»

ООО «Иокогава Электрик СНГ» — дочерняя компания Yokogawa Electric Corporation. Продукция компании, в том числе оборудование АСУ ТП, применяется в нефтегазовой, нефтехимической, химической, целлюлозно-бумажной, пищевой промышленности, энергетике и других отраслях.

Наиболее трудоемкая часть работы сервисных инженеров, осуществляющих поддержку эксплуатации АСУТП Yokogawa, включает в себя выездную диагностику и подготовку отчета. Сбор данных о состоянии оборудования на месте (у заказчика) традиционно осуществлялся путем ручного заполнения чек-листов по результатам визуального осмотра и снятия показаний с диагностических утилит (проверка линий связи и станций управления, контроллеров, блоков питания и т.д.). Существенное время занимала обработка собранных данных о состоянии АСУТП. Группа аналитиков сравнивала их со значениями технических параметров, рекомендованными Yokogawa Electric, выявляла отклонения и формировала отчет с рекомендациями заказчику. Этот процесс не был автоматизирован и требовал значительных трудозатрат сотрудников Сервисного центра.

В этой связи в Сервисном центре «Иокогава Электрик СНГ» был инициирован проект внедрения автоматизированной системы управления процессами диагностики оборудования АСУТП Yokogawa. Ключевым требованием было создание мобильного АРМ сервис-инженера, с возможностью сбора и передачи данных на сервер в офисе компании. Основой системы стал программный продукт TRIM-Mobile раз-

работки НПП «СпецТек», являющийся частью EAM/APM-системы TRIM [5].

Специалисты НПП «СпецТек» конвертировали на сервер системы накопленную базу знаний по типовым несоответствиям, их причинам и влиянию, и рекомендациям по их устранению примерно на 1500 типов оборудования. Сбор данных переведен на мобильное приложение TRIM-CSMT, где создан интерфейс чек-листа проверки оборудования и реализован автоматизированный импорт данных из диагностических утилит. Все это позволило автоматизировать процедуру формирования отчета по итогам диагностики за счет автоматического сравнения оперативных данных с диагностической базой знаний.

В мобильном приложении на МКУ реализована функция паспортизации оборудования заказчика, которая осуществляется с использованием единых классификаторов и справочников типовых работ и с автоматической проверкой создаваемого объекта на соответствие обязательным параметрам. В совокупности с фиксированным интерфейсом функций мобильного приложения это позволило унифицировать процесс сбора данных и обеспечить его соответствие регламентам.

В результате внедрения системы повысилась полнота и достоверность собираемых данных, снизилась вероятность ошибок и потерь данных, которые могли возникнуть при их сборе на промежуточный носитель и ручном их переносе в базу знаний. Время формирования отчета по диагностике уменьшилось с одной недели до нескольких минут.

Появилась возможность анализировать повреждаемость элементов АСУТП за выбранный промежуток времени, по заданным типам оборудования, по выборке заказчиков

или другим критериям, формировать иную аналитику на основе базы знаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Специальные мобильные приложения, установленные на МКУ, обеспечивают совершенно новый уровень производительности линейного персонала — обходчиков, операторов технологических установок, ремонтников, сервисных инженеров. Развитие информационных технологий управления мобильным персоналом идет в двух направлениях:

1. Развитие возможностей существующих инструментов, в том числе мобильных приложений в составе СУПА,

2. Разработка и внедрение новых инструментов информационной поддержки мобильного персонала.

Описанные выше способы применения мобильного приложения предполагают, что выявление несоответствия во время обхода может осуществляться визуально или на слух. Это значит, что не исключается субъективность оценки. Если производится фотофиксация несоответствия с последующим анализом изображения, влияние человеческого фактора все равно остается.

В этой связи в рамках первого направления, в частности, ведутся работы по использованию технологий машинного зрения с применением распознавания образов. Эти работы включают в себя разработку алгоритмов и формирование баз данных по изображениям дефектов. Предполагается, что система будет автоматически сравнивать зафиксированное при обходе изображение дефекта с имеющимися в базе данных, распознавать возникший дефект и предпринимать соответствующие действия — информировать, регистрировать дефект, создавать заявку

на выполнение работ по устранению дефекта.

В рамках второго направления деятельность по техническому обслуживанию и ремонтам оборудования становится полигоном для испытания технологий дополненной реальности или Augmented Reality (AR) [6]. Полевые специалисты, выполняющие ремонты, получают в свое распоряжение новый «гаджет» — AR-очки, снабженные видеокамерой и дисплеем.

Видеокамера AR-очков снимает информацию о выполняемых ремонтником действиях, а также изображения видимых ремонтником объектов ремонта, с которыми связаны его действия. Эта информация поступает в базу данных ИСУПА, а также непосредственно к руководителю работ или к эксперту по данному оборудованию (например, к инженеру завода-изготовителя), который может удаленно контролировать и корректировать действия ремонтника.

На дисплей, встроенный непосредственно в стекла AR-очков, выводятся виртуальные объекты, дополняющие видимые сквозь очки реальные объекты ремонта. При этом перед глазами механика виртуальные объекты накладываются на реальные, к которым они привязаны в базе данных ИСУПА. В качестве виртуальных объектов могут выступать, например, схемы, пошаговые инструкции, паспортные характеристики. В этом случае работник освобождается от необходимости листать документацию, поскольку нужная информация автоматически выдается на дисплей AR-очков в результате распознавания видимого через очки объекта ремонта.

Проблемой в этом направлении является необходимость точного позиционирования виртуальных объектов относительно видимых реальных объектов. Тело ремонтника находится

в динамике, очки также меняют свое положение в пространстве. Поэтому задача позиционирования виртуальных объектов требует, чтобы в реальном масштабе времени решалась задача распознавания образа объекта ремонта и его положения относительно дисплея очков. Следовательно, необходимо прокачивать по радиоканалу большие объемы данных с высокой скоростью между сервером данных и производственной зоной, а значит, потребуется развернуть соответствующую информационную инфраструктуру.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Молчанов, А.Ю.** Управление физическими активами в условиях эпизодической (off-line) связи // Автоматизация в промышленности. — 2018. — № 8. — С. 17–22.

2. **Молчанов, А.Ю.** Мобильные приложения в системах управления физическими активами // Автоматизация в промышленности. — 2019. — № 8. — С. 13–20.

3. **Кац, Б. А., Молчанов, А.Ю.** Цифровая трансформация процессов ТОиР как инструмент повышения их эффективности // Главный механик. — 2018. — № 12. — С. 28–38.

4. **Fixing First-Time Fix: Repairing Field Service Efficiency to Enhance Customer Returns.** Aberdeen Group, March 2013.

5. **Антоненко, И.Н.** EAM-система TRIM: от автоматизации ТОиР к управлению активами // Автоматизация в промышленности. — 2015. — № 1. — С. 40–43.

6. **Рынок промышленных VR/AR-решений в России.** Исследование TAdviser//TAdviser — портал выбора технологий и поставщиков. Эл. ресурс. URL: <https://www.tadviser.ru/a/457320> (дата обращения: 12.10.2020).