DOI: 10.25728/avtprom.2020.08.01

Функции мобильных приложений в информационных системах управления активами

А.Ю. Молчанов (ООО «НПП «СпецТек»)

Современная информационная система управления физическими активами предприятия приобретает дополнительные возможности при использовании мобильных устройств. При этом мобильные устройства могут использоваться как в режиме прямой связи с другими компонентами информационной системы, так и в автономном режиме. Пользователи мобильных приложений на таких устройствах эффективнее выполняют целый ряд функций применительно к различным производственным активам. Представлен обзор основных функциональных особенностей мобильных приложений в информационных системах управления физическими активами.

Ключевые слова: управление физическими активами, EAM, распределенные вычисления, мобильные приложения.

Дополнительные возможности при использовании мобильных устройств

Основной целью управления физическими активами является оптимальный баланс между их производительностью, с одной стороны, а также рисками и затратами, связанными с этими активами, с другой [1]. При этом под физическими активами понимается технологическое оборудование и машины, объекты инфраструктуры, а также материально-технические ресурсы, контрольно-измерительные приборы и иные объекты.

Задача управления физическими активами является комплексной, и поэтому в ее решении требуется участие всех заинтересованных лиц. Участники процессов управления активами находятся в разных подразделениях (в производственных, ремонтных, финансовых, экономических, кадровых и других) и на разных уровнях в иерархии управления предприятием. Многие из них значительную часть времени могут действовать автономно (в производственной зоне, в цехах, на складах и т. п.). Несмотря на это, их деятельность должна быть взаимно согласована и направлена на достижение единых целей.

Согласно ГОСТ Р 55.0.02, необходимым средством управления активами является информационная система управления физическими активами (ИСУФА) [2]. В силу указанной особенности управления активами создание и внедрение ИСУФА невозможно без использования технологий организации распределенных вычислений. Распределенные вычисления должны быть организованы как в режиме прямой связи (on-line) между компонентами ИСУФА, так и в условиях ее отсутствия (off-line). Во втором случае необходимо совмещение возможностей прямой связи и эпизодического обмена данными между разными компонентами ИСУФА. Подробнее различные аспекты функционирования компонент ИСУФА в таких режимах рассмотрены в [3].

Для организации распределенных вычислений логичным решением является использование мобильных устройств в качестве одного из типов вычислительных компонент, входящих в состав ИСУФА. Мобильное устройство позволяет участникам управления активами выполнять свои функции без существенных ограничений физического перемещения или с минимальными ограничениями. При этом ход выполнения соответствующих процессов оперативно регистрируется и отражается в ИС. Очевидно, что любая ИСУФА получит дополнительные возможности и преимущества, если в ее составе используются мобильные устройства. Поэтому все современные EAM-системы, которые являются основой ИСУФА, имеют возможность использования мобильных устройств в качестве компонентов ИСУФА [4]. И при этом многие современные ИСУФА обладают возможностью выполнения части своих функций с помощью мобильных устройств

Чаще всего в качестве мобильного устройства используется мобильный телефон (смартфон), реже — планшетный компьютер (планшет). При этом на производстве могут применяться мобильные устройства, защищенные от внешних воздействий, присущих производственному процессу.

Базовые требования к функциям мобильных приложений

Мобильное устройство не может функционировать само по себе. Для выполнения каких-либо функций на мобильном устройстве необходимо наличие соответствующих программных продуктов. Программное обеспечение мобильных устройств, как и любых других вычислительных устройств, можно разделить на две основных группы — системные и прикладные

программы [5, 6]. Конечные пользователи ИСУФА, как правило, имеют дело именно с прикладными программами.

Какие конкретно прикладные программы будут использоваться на мобильных устройствах в первую очередь, зависит от способа организации распределенных вычислений и обмена данными между компонентами ИСУФА.

Если распределенные вычисления выполняются исключительно в режиме прямого соединения (on-line), то задача прикладных программ на мобильных устройствах сводится к обеспечению взаимодействия с пользователями (пользовательский интерфейс). В этом случае специализированные прикладные программы, как правило, не требуются, а для взаимодействия с пользователями используется Web-интерфейс, реализация которого обеспечивается имеющимся на любом мобильном устройстве приложением для навигации по сети (браузер). В таком варианте все функции ИСУФА выполняются программными продуктами, находящимися за пределами мобильных устройств, с которыми сами эти устройства (и работающие с ними пользователи) постоянно взаимодействуют в режиме реального времени.

Тогда единственным дополнительным требованием к программному обеспечению ИСУФА становится адаптация пользовательского Web-интерфейса к возможностям мобильных устройств. Отметим, что практически все современные средства разработки позволяют создавать экранные формы Web-интерфейсов с учетом возможностей различных пользовательских технических средств — стационарных компьютеров и ноутбуков, планшетных компьютеров и смартфонов [5]. Поэтому задача включения в состав ИСУФА мобильных устройств, функционирующих в режиме прямого соединения с другими компонентами ИС, не является технически сложной.

Но в том случае, когда ИСУФА допускает наличие в своем составе мобильных устройств, функционирующих автономно, без прямого соединения с другими компонентами ИСУФА (off-line), программное обеспечение таких мобильных устройств должно обеспечивать всю полноту стека технологий организации распределенных вычислений [5, 6]. В таком варианте мобильное приложение должно не только взаимодействовать с пользователем, но также обрабатывать данные и хранить их (по крайней мере, до наступления момента обмена данными с другими компонентами ИСУФА). Даже при условии, что основные операции нижнего уровня (такие, как файловые операции и операции с БД) берут на себя системные программы, установленные на мобильном устройстве (ОС и СУБД), обработка данных и реализация специфической функциональности ИСУФА все равно остается в зоне ответственности прикладной программы на мобильном устройстве. Такие функциональные возможности не могут быть реализованы с помощью общедоступных программных продуктов, их может обеспечить только специализированное мобильное приложение, установленное на мобильном устройстве. Поэтому наличие таких приложений является необходимым условием автономного функционирования мобильных устройств в составе ИСУФА.

Как правило, современные ИСУФА допускают оба варианта использования мобильных устройств: либо в режиме постоянного прямого соединения с другими компонентами ИС, либо в режиме автономного функционирования с эпизодическим обменом данными с другими компонентами ИС. Какой именно режим применяется — это зависит от различных факторов: от функциональных возможностей ИСУФА, от наличия сетевого покрытия тех рабочих мест, где применяются мобильные устройства, от требований к организации производственной зоны и других внешних условий использования компонент ИСУФА. Режим использования мобильных устройств может быть единым для всего предприятия, либо в зависимости от условий в разных местах предприятия могут применяться различные режимы. Соответственно на мобильных устройствах в составе ИСУФА в зависимости от режима их работы могут использоваться разные типы прикладных программ: либо общедоступные браузеры, либо специализированные мобильные приложения. Технические аспекты, связанные с функционированием различных мобильных приложений, подробно рассмотрены в [3].

Использование мобильных устройств и мобильных приложений в составе ИСУФА не может быть полноценно организовано без управления их функциями и данными, которые они обрабатывают, то есть без администрирования. Каждый пользователь мобильного устройства должен выполнять только те функции, которые ему разрешены, и обрабатывать только те данные, которые ему доступны. В целом принципы администрирования мобильных приложений и других программных компонент, входящих в состав ИСУФА, не должны принципиально отличаться. Вопросы, связанные с администрированием различных типов мобильных приложений подробно рассмотрены в [7].

Здесь же будут рассмотрены функциональные возможности, которые предоставляются мобильными приложениями.

Основные функциональные возможности мобильных приложений

Функциональные возможности различных ИСУФА могут отличаться, но при этом всегда можно выделить обязательный набор базовых функций, без которых внедрение и реальное использование ИСУФА становится невозможным [1, 2]. Этот функциональный минимум обязательно должна обеспечивать любая ИСУФА, вне зависимости от того, какие компоненты входят в ее состав. Поэтому наличие или отсутствие мобильных устройств и установленных на них мобильных приложений в составе ИСУ-

ФА не должно оказывать принципиального влияния на функциональные возможности ИС. Включение мобильных устройств в состав ИСУФА может привнести в нее определенные дополнительные преимущества, но, как правило, основные функции ИСУФА могут выполняться как с использованием мобильных устройств, так и без их применения.

Однако можно выделить ряд функций ИСУФА, реализация которых с помощью мобильных устройств повысит эффективность их выполнения и уменьшит вероятность ошибок и неточностей. Большая часть этих функций непосредственно связана с учетом оперативной информации, и улучшение качества их выполнения достигается именно за счет повышения оперативности ввода данных с помощью мобильных устройств. В принципе, те же самые функции могут быть выполнены в ИСУФА и без применения мобильных устройств. Но в этом случае возникнет временной разрыв между появлением информации, и ее регистрацией в ИСУФА, что может привести к потере или искажению данных, а также к запаздыванию критически важных решений, принимаемых на основании этой информации. Может также потребоваться использование некоторого промежуточного носителя данных. Если регистрация данных на промежуточном носителе (например, таким носителем может быть блокнот или бумажный оперативный журнал) и их последующий ввод в ИСУФА производятся вручную, могут возникнуть дополнительные ошибки и потери информации. Кроме того, использование промежуточного носителя создает неудобства в работе оперативного персонала и повышает трудоемкость операций учета.

Можно выделить следующие функции ИСУФА, эффективность выполнения которых существенно повышается за счет использования мобильных приложений:

- ввод в ИСУФА значений технических параметров и характеристик, связанных с объектами обслуживания (это относится к тем параметрам и характеристикам, для которых невозможен автоматизированный ввод данных в ИСУФА);
- внесение в систему информации о работах, выполняемых оперативным персоналом (обходы и осмотры объектов обслуживания), а также о ремонтных работах;
- регистрация в ИСУФА обнаруженных дефектов и отказов объектов обслуживания, а также их эксплуатационных состояний;
- ввод в ИСУФА оперативных данных, связанных с движением и использованием материально-технических ресурсов;
- доступ непосредственно из производственной зоны к актуальной информации ИСУФА, связанной с тем или иным объектом обслуживания (схемы, чертежи, документы, нормативно-справочная информация, актуальные заказ-наряды на работы, остатки и локация запасных частей, иерархия объектов, зарегистрированные значения технических параметров и др.).

Безусловно, этот перечень не является исчерпывающим, и он может быть различным в разных ИСУФА. Он отражает только наиболее востребованные функции, реализуемые мобильными устройствами и установленными на них мобильными приложениями. Функциональность мобильного приложения может предусматривать сочетание нескольких из этих функций: например, в ходе обходов и осмотров могут вводиться значения технических параметров, а также регистрироваться обнаруженные дефекты и несоответствия.

Перечисленные функции могут выполняться как в режиме постоянного соединения с другими компонентами ИС, так и в режиме автономной работы в зависимости от технических возможностей ИСУФА и от реальных условий работы конкретного производственного персонала, использующего мобильные устройства. При использовании постоянного соединения оперативность выполнения функций существенно возрастает, но такой режим работы может быть ограничен возможностями инфраструктуры предприятия и производственными условиями. В случае автономного функционирования мобильного приложения задержка поступления оперативных данных в ИСУФА будет увеличиваться в зависимости от перерывов между сеансами обмена данными мобильного приложения с другими компонентами ИС. Но и в этом случае использование мобильных приложений позволяет повысить оперативность ввода данных и существенно снижает вероятность их искажения и появления ошибок.

Также необходимо отметить, что использование мобильных устройств позволяет организовать дополнительный контроль выполнения обязанностей оперативным персоналом. Эта возможность основана на фиксации реального местоположения мобильного устройства в процессе выполнения тех или иных функций. Таким образом, можно подтвердить и зафиксировать в ИСУФА тот факт, что при выполнении некоторых действий по отношению к какому-либо объекту персонал, ответственный за их выполнение, действительно находился в физическом контакте с этим объектом. В принципе, аналогичные возможности могут быть реализованы иными средствами, но, как правило, применение именно мобильных устройств существенно менее затратно, поскольку они реализуются основной массой мобильных устройств без их дополнительных модификаций.

Чаще всего контроль фактического положения мобильного устройства осуществляется следующими способами: с помощью средств геолокации; путем сопоставления объектов ИСУФА с цифровыми метками.

Использование геолокации предполагает внесение в ИСУФА данных о географических координатах объектов обслуживания (долготы и широты). В этом случае мобильное приложение с помощью технических возможностей мобильного устройства запрашивает его текущие географические координаты и с некото-

рой заданной точностью сопоставляет их с подходящим объектом обслуживания. Такой метод применим, как правило, для масштабных физических объектов на открытой местности (линии электропередач, трубопроводы и т. п.). Его применение на производственных площадках существенно ограничено недостаточной точностью позиционирования, а в закрытых помещениях (в цехах, зданиях, офисах и т. п.) технически крайне затруднено. Поэтому в мобильных приложениях ИСУФА средства геолокации для контроля местоположения применяются достаточно редко.

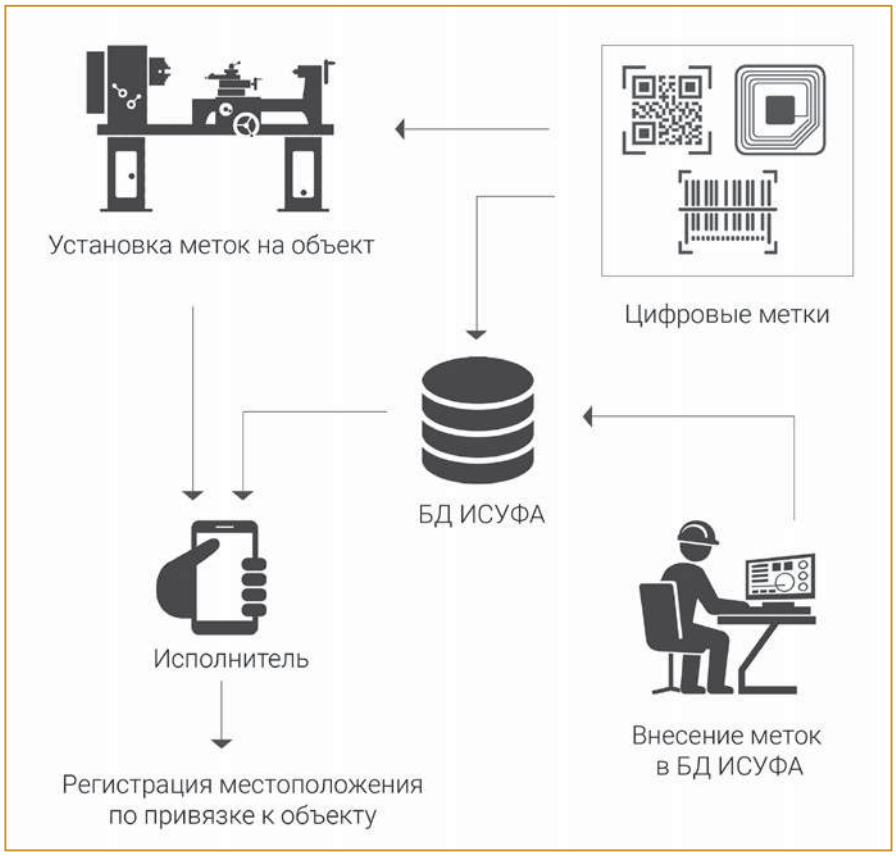
Сопоставление объектов обслуживания ИСУФА с цифровыми метками предполагает, что с теми объектами обслуживания, для которых будет применяться контроль местоположения оперативного персонала, связывается некоторый цифровой код. Этот код может представлять собой значение штрих-кода, QR-кода (QR — Quick Response, «быстрый отклик» — двумерный цифровой код) или RFID-метки (RFID — Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация). Как правило, такой код не доступен для редактирования вручную и вносится в ИСУФА с помощью соответствующих технических средств пользователями, имеющими необходимые права. Причем наиболее надежным средством контроля являются именно RFID-метки, поскольку их фальсификация технически значительно сложнее. Цифровой код может быть связан не только непосредственно с объектами, но и с другими элементами в составе ИСУФА, например, с контрольными точками, где измеряются значения технических параметров, либо с узлами и запчастями, заменяемыми в процессе выполнения работ.

Сопоставление объектов обслуживания с цифровыми метками должно выполняться не только в ИСУФА, но и в реальном физическом пространстве. Это означает, что технические средства, соответствующие цифровым кодам (то есть, сами штрих-коды, QR-коды или RFID-метки) должны быть физически размещены на соответствующих объектах.

Далее информация о цифровых кодах, соответствующих объектам обслуживания или их узлам, попадает в мобильное приложение. В том случае, когда мобильное приложение функционирует в режиме прямой связи с другими элементами ИСУФА, эта информация становится доступной для него сразу же в момент активации приложения. Если же мобильное приложение предполагает возможность автономной работы, эти данные передаются ему при очередном сеансе связи, когда оно получает от других компонентов ИС данные, доступные ему в соответствии с правами пользователя, прошедшего авторизацию (в этом случае соответствие между объектами ИСУФА и цифровыми кодами хранится в локальной базе данных мобильного приложения).

Наконец, в момент выполнения функции, подразумевающей контроль местоположения, пользователь с помощью технических средств мобильного устройства считывает данные реального цифрового кода. По этим данным мобильное приложение находит соответствующий объект обслуживания или его узел, и предлагает пользователю те функции, которые могут быть выполнены с найденным элементом в зависимости от того, чем является данный элемент и какими правами по отношению к нему располагает пользователь. Поскольку всегда может быть обеспечена уникальность используемых цифровых кодов, мобильное приложение всегда однозначно может определить объект, соответствующий каждому цифровому коду. Такая функциональность может быть реализована как в мобильном приложении, постоянно функционирующем в режиме on-line, так и в автономно работающем мобильном приложении.

Таким образом, для реализации функций контроля местоположения персонала с помощью цифровых меток, необходимо выполнить следующую последовательность действий.



Контроль местоположения персонала с помощью цифровых меток

1. Физически сопоставить объекты с цифровыми кодами и внести информацию о соответствии между ними в ИСУФА.

2. Обеспечить передачу данных о соответствии между цифровыми кодами и объектами ИСУФА в мобильное приложение.

3. В мобильном приложении с помощью технических средств мобильных устройств реализовать считывание данных цифровых кодов и обеспечить поиск объекта ИСУФА, соответствующего считанному коду.

Схема этого процесса представлена на рисунке.

Наличие функциональности работы с цифровыми кодами, кроме контроля местоположения мобильного устройства (и использующего его персонала), позволяет облегчить решение ряда других задач, выполняемых мобильным приложением. Во-первых, существенно упрощается сама процедура поиска различных объектов ИСУФА. Считав цифровой код, пользователь мобильного приложения сразу получает из базы данных информацию о связанном с ним объекте, которым может быть объект обслуживания, точка контроля, товарно-материальные ценности или любой другой элемент данных ИСУФА. Во-вторых, с помощью контроля цифровых кодов можно реализовать не только контроль местоположения, но и ряд других функций, в частности, проверять точное следование персонала заданному маршруту обхода или корректность последовательности выполнения операций в сложных работах.

Кроме того, функции считывания данных цифровых кодов в мобильном приложении могут обеспечить возможность автоматизированной аутентификации и авторизации пользователей этого приложения [7]. Это возможно при условии, что каждый пользователь располагает техническим средством, содержащим соответствующий ему уникальный цифровой код, и это средство он не передает другим пользователям (например, таким средством может быть личный электронный пропуск).

Немаловажно и то, что логика мобильного приложения помогает соблюдать внутренние и внешние нормативные требования при выполнении обходов и осмотров. Во-первых, в этой логике может фиксироваться состав и последовательность выполняемых операций, которая не может быть изменена или нарушена пользователем. Во-вторых, перестройка логики мобильного приложения, выполненная пользователем, имеющим необходимые для этого системные права, помогает централизованно внедрять изменения работ и процессов.

Заключение

Функциональность ИСУФА может быть реализована и без использования мобильных устройств и выполняющихся на них приложений. Однако эффективность многих функций, ориентированных на работу с оперативным персоналом, в любой современной ИСУФА существенно возрастает при использовании мобильных устройств. При этом возможно функционирование мобильных приложений, установленных на мобильных устройствах как в режиме постоянной связи с другими компонентами ИСУФА, так и в автономном режиме работы без наличия прямой связи с другими компонентами ИС. В режиме автономного функционирования мобильного устройства требуется наличие специализированного мобильного приложения из состава ИС, установленного на данном устройстве.

Реализация ряда функций ИСУФА в мобильных приложениях позволяет дополнительно осуществлять контроль местоположения мобильных устройств, а, следовательно, и оперативного персонала, использующего эти устройства. Такая функция мобильных приложений дает возможность проверить реальное выполнение персоналом своих обязанностей. В условиях производственных предприятий наиболее приемлемым способом реализовать функцию контроля местоположение является сопоставление объектов ИСУФА с уникальными цифровыми кодами, которые могут быть представлены штрих-кодами, QR-кодами или RFID метками. Сопоставление уникальных цифровых кодов с объектами ИСУФА кроме контроля местоположения дает возможность предоставить пользователям мобильных приложений ряд дополнительных сервисных функций.

Список литературы

1. *Иорш В.И.* Концепция создания правильной системы управления физическими активами //Менеджмент сегодня. 2017. №4 (100). С. 288-303.
2. *Антоненко И.Н.* Информационные технологии управления эксплуатацией инфраструктуры //Информационные ресурсы России. 2018. №2. С. 39-43.
3. *Молчанов А.Ю.* Мобильные приложения в системах управления физическими активами //Автоматизация в промышленности. 2019. №8. С. 13-20.
4. *Антоненко И.Н.* EAM-система TRIM: от автоматизации ТОиР к управлению активами //Автоматизация в промышленности. 2015. №1. С. 40-43.
5. *Кучин Н.В., Молчанов А.Ю.* Многоуровневые системы и облачные вычисления. СПб.: РИЦ ГУАП, 2018.
6. *Молчанов А.Ю.* Использование мобильных решений и распределенных баз данных в задачах управления физическими активами //Информационные ресурсы России. 2017. №6. С. 32-37.
7. *Молчанов А.Ю.* Управление функциями мобильных приложений в системах управления физическими активами //Автоматизация в промышленности. 2020. №1. С. 32-37.

***Молчанов Алексей Юрьевич** – канд. техн. наук, доцент ФГАУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП)», директор по разработкам ООО «НПП «СпецТек». E-mail: mill@spectec.ru*