Использование Web-интерфейса в информационных системах управления активами

А.Ю. Молчанов (ООО «НПП «СпецТек»)

Современная информационная система управления физическими активами предприятия предполагает подключение к ней максимально возможного числа участников процессов управления активами. Для этого должна быть предусмотрена возможность работы с функциями такой системы с помощью различных технических средств. Универсальным решением для реализации данной возможности является Web-интерфейс. Представлен обзор технических средств и особенностей организации Web-интерфейса в информационных системах управления активами.

Ключевые слова: управление физическими активами, EAM, распределенные вычисления, Web-интерфейс.

Использование разнородных технических средств в составе ИСУФА

Основная цель управления физическими активами заключается в том, чтобы найти оптимальный баланс между их производительностью, с одной стороны, а также допустимыми рисками и затратами, необходимыми для поддержания их в работоспособном состоянии, с другой [1]. При этом под физическими активами понимается технологическое оборудование различного назначения, объекты инфраструктуры, а также материально-технические запасы, контрольно-измерительные приборы и иные объекты организации.

Задача управления физическими активами является комплексной, поэтому для ее эффективного решения требуется участие максимально возможного числа заинтересованных лиц. При этом следует учесть, что различные участники процессов управления активами могут находиться в разных подразделениях (в производственных, ремонтных, финансовых, экономических, кадровых и других), в том числе территориально распределенных, и на разных уровнях в организационной структуре предприятия. В ходе выполнения своих прямых обязанностей многие из них значительную часть времени должны действовать автономно (в производственной зоне, в цехах, на складах и т.п.). Но даже с учетом всех этих факторов деятельность всех участников процесса управления физическими активами должна быть направлена на достижение единых целей и взаимно согласована.

Согласно ГОСТ Р 55.0.02 необходимым средством поддержки процессов управления активами является информационная система управления физическими активами (ИС, ИСУФА) [2]. В силу указанных особенностей деятельности участников процессов управления активами, создание и внедрение ИСУФА невозможно без использования технологий организации распределенных вычислений. Более подробно различные аспекты, связанные с организацией функционирования компонентов ИСУФА в разных режимах, рассмотрены в статье [3].

При этом все возможные рабочие места пользователей ИСУФА являются потребителями услуг, предоставляемых ИС – клиентской частью ИС или просто клиентами. А все остальные компоненты ИСУФА, состав которых может различаться в зависимости от используемых технологий организации распределенных вычислений, обеспечивают предоставление услуг ИСУФА – они составляют ее серверную часть.

С учетом того, что в работу с ИСУФА должны быть по возможности вовлечены все участники процессов управления активами, при создании ИСУФА необходимо учесть, что для доступа к этой системе пользователи будут использовать разнородные технические устройства. Это могут быть офисные и домашние стационарные компьютеры, а также различные мобильные устройства.

Использование мобильных устройств позволяет оперативному персоналу, участвующему в процессах управления активами, выполнять свои функции без существенных ограничений физического перемещения. Очевидно, что любая ИСУФА получит дополнительные преимущества, если в ее составе будут использоваться различные типы рабочих мест, в том числе и мобильные устройства. Поэтому современные EAM-системы [4], являющие собой основу ИСУФА, обеспечивают такую возможность. Чаще всего в качестве мобильного устройства используется мобильный телефон (смартфон), реже – планшетный компьютер (планшет). На производстве могут применяться защищенные мобильные устройства.

Возможны ситуации, когда мобильные устройства отдельных пользователей или даже целых

подразделений, охваченных ИСУФА, могут функционировать автономно без наличия постоянной связи с остальными компонентами ИС [5]. Связанные с этим аспекты и технические особенности построения ИС детально рассмотрены в указанных выше статьях. Однако большая часть компонентов ИСУФА функционирует в режиме постоянной связи между ними, соответственно, в таком же режиме выполняет свои функции и значительная часть пользователей ИСУФА. Благодаря широкому распространению и массовой доступности средств мобильной связи, а также развитию сетевых технологий беспроводного доступа (например, Wi-Fi), на многих предприятиях, не имеющих производственных или технологических ограничений, обеспечение постоянной связи между компонентами ИСУФА не является существенной проблемой.

Поэтому далее основное внимание будет уделено режимам функционирования компонентов ИСУФА в условиях устойчивого постоянного соединения в реальном масштабе времени.

Особенности распределенных вычислений в ИСУФА

Одна из самых распространенных технологий организации распределенных вычислений – технология «клиент-сервер». При построении ИСУФА на основе данной технологии основным типом рабочих мест участников ИС являются офисные компьютеры, на которых устанавливаются специализированные клиентские модули ИСУФА. Использование других типов рабочих мест в таком варианте ИС затруднено: во-первых, для этого в составе программного обеспечения ИСУФА должны быть специализированные клиентские модули для всех возможных типов рабочих мест, во-вторых, вычислительные ресурсы некоторых типов устройств могут быть недостаточными для полноценного функционирования таких приложений. Поэтому обеспечить максимальное вовлечение всех заинтересованных лиц в процессы управления физическими активами при таком построении ИСУФА достаточно сложно. Кроме того, возникают проблемы, связанные с администрированием ИС, обновлением ее программного обеспечения и другие сложности, присущие технологии «клиент-сервер» [6].

Достаточно распространенным является сочетание технологии «клиент-сервер» с технологией терминального доступа [6]. В таком случае клиентские модули программного обеспечения ИС устанавливаются в одном месте – на терминальном сервере, а рабочие места ИСУФА становятся терминальными клиентами этого сервера. Это позволяет исключить многие недостатки технологии «клиент-сервер», связанные со сложностями администрирования и обновления программного обеспечения ИСУФА. Кроме того, рабочими местами ИСУФА в этом случае могут быть не только офисные компьютеры, но и любые другие типы устройств, поддерживающие протокол доступа к терминальному серверу ИС. Наиболее распространенным протоколом для такого доступа является RDP (Remote Desktop Protocol – протокол удаленного рабочего стола), клиентская часть которого поддерживается многими операционными системами (ОС), в том числе и ОС мобильных устройств. Таким образом, в данном варианте существенно расширяется круг возможных пользователей ИСУФА, что делает его применимым в реальных системах.

Тем не менее организация распределенных вычислений на основе сочетания технологии «клиент-сервер» с технологией терминального доступа также имеет ряд существенных недостатков [6]. Один из них – высокие требования к вычислительным ресурсам терминального сервера при возрастании нагрузки на систему. Если процессы, автоматизируемые данной ИСУФА, предусматривают большее число одновременно работающих пользователей, необходимо использовать более мощные серверы, кластерные решения или включать в состав ИСУФА несколько однотипных терминальных серверов, что, в свою очередь, либо значительно удорожает систему, либо усложняет ее, приводя к тем же проблемам с администрированием и обновлением программного обеспечения. При подключении к такой системе нескольких десятков или сотен мобильных устройств могут возникнуть существенные сложности.

Другим недостатком указанного выше решения является однотипность пользовательского интерфейса специализированных клиентских программных модулей, установленных на терминальном сервере. Внешний вид экранных форм и расположение органов управления в этих клиентских модулях не меняется в зависимости от типа рабочего места, с которого выполнено подключение к терминальному серверу, – протокол удаленного доступа не предусматривает такую возможность. При этом унификация пользовательского интерфейса специализированных программных модулей ИСУФА как для офисных компьютеров, так и для различных мобильных устройств – практически невыполнимая задача.

Поэтому сочетание технологии «клиент-сервер» с технологией терминального доступа хотя и позволяет расширить диапазон возможных типов рабочих мест, но всё же не обеспечивает возможность комфортной работы в ИСУФА пользователей мобильных устройств.

Исключить большинство недостатков, присущих технологии «клиент-сервер», можно за счет использования трехуровневых и многоуровневых технологий организации распределенных вычислений [6]. В этом случае вся специализированная бизнес-логика ИСУФА выносится на один или несколько серверов приложений, а функциональность клиентских модулей сводится к организации взаимодействия с пользователями.

В таком варианте для каждого типа рабочих мест, входящих в состав ИСУФА, должно быть разработано свое специализированное приложение, обеспечивающее взаимодействие с пользователями рабочих мест данного типа (рис. 1). Причем эта задача уже не представляется неразрешимой, как в случае

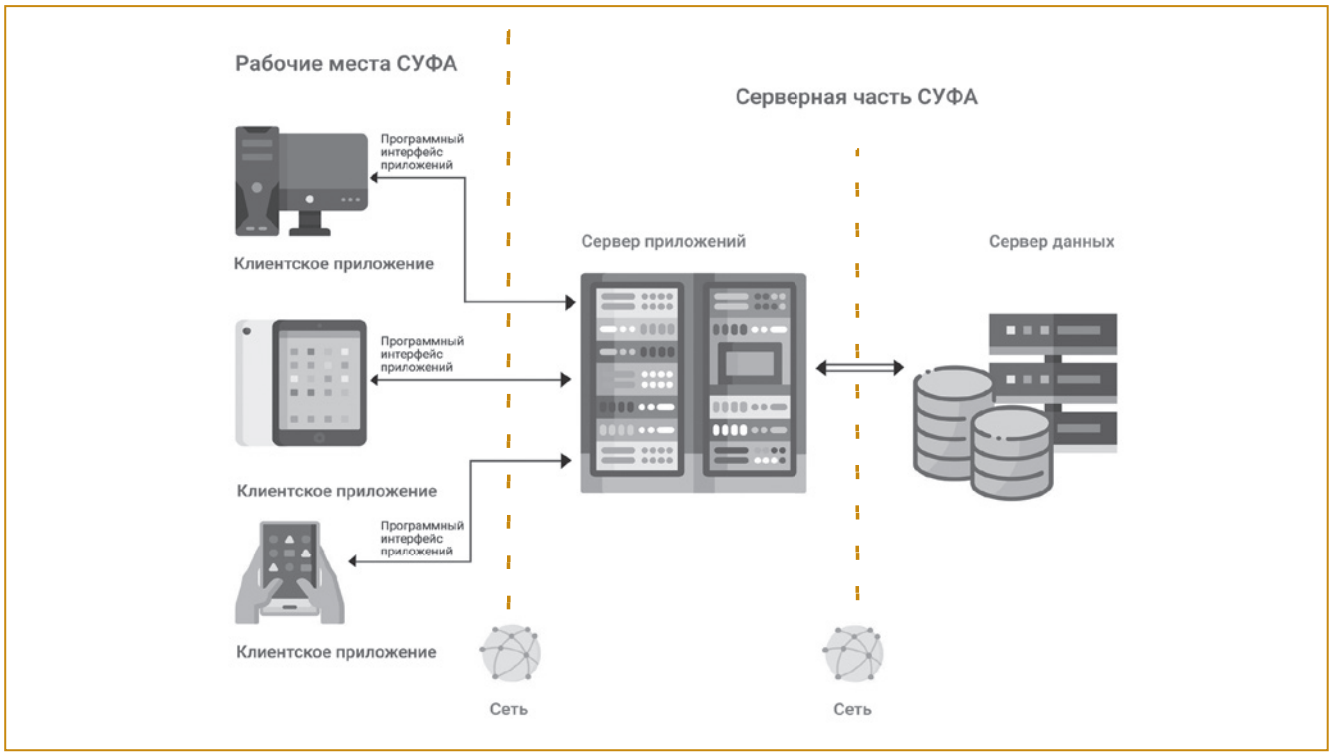

Рис. 1. Взаимодействие рабочих мест с ИСУФА в трехуровневой архитектуре

использования технологии «клиент-сервер», поскольку функциональность специализированных клиентских модулей в данном варианте сводится исключительно к взаимодействию с пользователем, не предусматривает реализации бизнес-логики ИСУФА и не предъявляет существенных требований к вычислительным ресурсам рабочих мест. Тем не менее при таком подходе разработчики программных модулей ИСУФА должны предусматривать создание клиентских приложений для всех возможных типов рабочих мест в составе ИС. Это вполне реально, но всё равно ведет к росту трудозатрат на создание и поддержку программных компонент ИСУФА.

Организация и использование Web-интерфейса в ИСУФА

Трудозатраты разработчиков в варианте трехуровневой и многоуровневой технологий организации распределенных вычислений можно существенно сократить, если в роли клиентской части ИС использовать программу навигации по сети – браузер. Тогда в качестве интерфейса для взаимодействия с пользователями ИСУФА используется Web-интерфейс. При этом в состав ИС обязательно должен входить дополнительный серверный компонент – Internet-сервер.

Функции Internet-сервера заключаются в формировании всех структур данных, необходимых для взаимодействия с пользователем, передаче их на рабочее место пользователя для представления в браузере, а также получении от браузера и обработки результатов реакции пользователя на полученные данные, если пользователь предпримет какие-либо действия на своем рабочем месте. При этом Internet-сервер должен обеспечивать взаимодействие со всеми рабочими местами пользователей, использующих браузер для доступа в ИСУФА, а само взаимодействие должно происходить по стандартам, принятым в глобальной сети Internet. Основу этих стандартов составляют язык гипертекстовой разметки для представления данных HTML (Hypertext Markup Language), протокол обмена данными HTTP (Hypertext Transfer Protocol), а также его защищенная версия HTTPS (HTTP Secure) [7].

Таким образом, вариант построения ИСУФА с использованием Web-интерфейса для взаимодействия с пользователями предполагает, что в качестве клиентского модуля выступает программа навигации по сети – браузер (рис. 2).

Такой вариант существенно сокращает трудозатраты на разработку и поддержку программных модулей ИСУФА. Во-первых, нет необходимости разрабатывать и поддерживать специализированные клиентские модули для различных типов рабочих мест, – в качестве клиентского модуля используются браузеры, которые доступны практически на всех технических устройствах, способных функционировать в составе ИС. Во-вторых, в настоящее время широко распространены и доступны программные продукты, позволяющие максимально сократить трудозатраты на создание Internet-серверов. Примерами таких продуктов могут служить хорошо известные Internet-серверы IIS (Internet Information Services, производства компании Microsoft) и Apache (свободно распространяемый продукт, поддерживающий широкий набор ОС). Они изначально организуют выполнение всех функций,

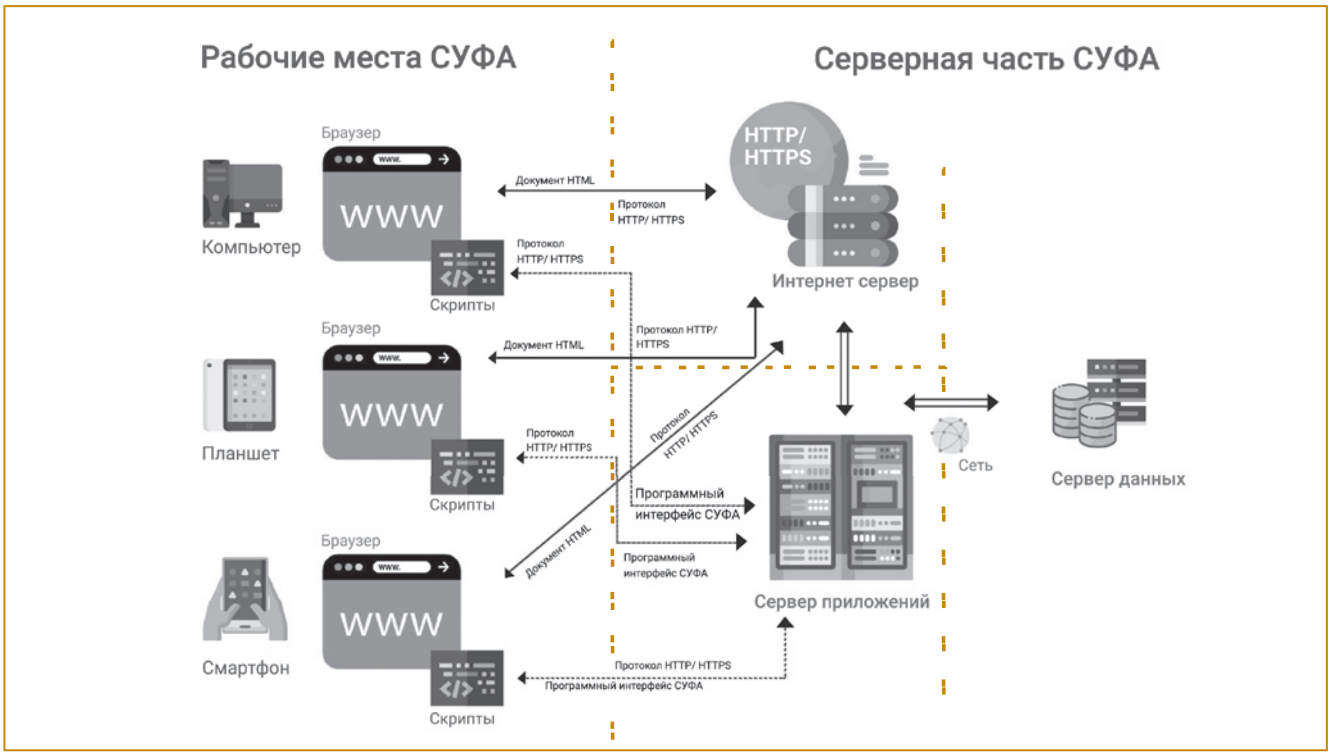

Рис. 2. Взаимодействие рабочих мест с ИСУФА через Web-интерфейс

необходимых для установления соединений с клиентскими программами (браузерами) и для обмена данными с ними в формате HTML по протоколам HTTP/HTTPS. В результате разработчикам необходимо только обеспечить наполнение передаваемых структур данными на основе бизнес-логики ИСУФА. При этом язык HTML и сетевые протоколы, обеспечивающие взаимодействие клиентов с Internet-сервером, обладают существенно большей гибкостью для подстройки пользовательского интерфейса под тип используемого рабочего места, чем при использовании терминального сервера. Поэтому при современном уровне разработки можно иметь единый Web-интерфейс ИСУФА, организованный в одном стиле, грамотно подстраивающийся под соответствующий тип рабочего места.

Таким образом, использование Web-интерфейса для обеспечения взаимодействия с пользователями обеспечивает возможность работы в ИСУФА для пользователей всех возможных типов рабочих мест, что является принципиально важным для максимального вовлечения персонала предприятия в процессы, реализуемые в ИСУФА.

Кроме того, Web-интерфейс является универсальным средством взаимодействия с пользователями ИСУФА, не зависящим от типов используемых технических устройств. Единственным условием является наличие на каждом рабочем месте браузера, что в настоящее время является неотъемлемым атрибутом любого устройства, способного функционировать в составе ИС. Этот факт исключает зависимость клиентской части ИСУФА от программно-аппаратного оснащения рабочих мест пользователей, что особенно актуально для российских предприятий, решающих задачу обеспечения независимости ИС от программно-аппаратных средств иностранного производства.

Однако такому варианту организации взаимодействия с пользователями присущи свои характерные недостатки.

Если взаимодействие с пользователем реализует специализированный клиентский модуль, входящий в состав ИСУФА, то управление всеми интерфейсными элементами обеспечивает программный код этого модуля. Данный код выполняется непосредственно на аппаратных средствах того технического устройства, которое является рабочим местом пользователя и на котором установлен данный модуль, располагает всеми программно-аппаратными средствами этого устройства. Для взаимодействия с пользователем он имеет доступ ко всем возможным интерфейсным элементам, которые предоставляет ему ОС и соответствующие интерфейсные библиотеки.

Для такого модуля организация интерактивного взаимодействия с пользователем на рабочем месте не представляется сложной технической задачей. Выполняемый локально на техническом устройстве программный код такого модуля может оперативно реагировать на любые действия пользователя и в зависимости от них менять внешний вид и доступность интерфейсных элементов. При необходимости (например, для проверки прав пользователя на выполнение того или иного действия) клиентский модуль может обратиться к другим компонентам ИСУФА в соответствии с используемой технологией организации распределенных вычислений (рис. 1). При этом состав и

объем данных, передаваемых по сети между компонентами ИС, будут минимизированы строго в рамках решаемой задачи.

Если же взаимодействие с пользователем ИСУФА обеспечивается через Web-интерфейс, то вся функциональность пользовательского интерфейса должна быть реализована через браузер. При этом возникают существенные технические ограничения, присущие данному способу взаимодействия с пользователем.

Во-первых, набор интерфейсных элементов, реализуемых средствами языка HTML и доступных для взаимодействия с пользователями через браузер, ограничен и существенно уступает возможностям элементов графического интерфейса пользователя в современных ОС. Средства организации интерактивного взаимодействия с пользователями в рамках языка HTML практически отсутствуют, для реакции на действия пользователя необходим обмен данными с серверной частью ИСУФА. Этот существенный недостаток компенсируется тем, что современные браузеры поддерживают возможность выполнения на стороне клиента интерпретируемых программных кодов – так называемых «скриптов», написанных на соответствующем языке программирования (наиболее широко используется язык Java Script). Эти коды выполняются непосредственно в вычислительной среде браузера и обеспечивают оперативную реакцию на воздействия пользователя без обмена данными с серверными компонентами ИСУФА.

Отметим, что, с одной стороны, доступные вычислительные ресурсы в этом случае всё равно остаются ограниченными (об этом еще будет сказано далее), а с другой - любой интерпретируемый код всегда будет проигрывать по быстродействию и по потребностям в ресурсах компилируемому коду – поэтому скрипты, выполняемые браузерами, всегда уступят в производительности коду специализированных программных модулей. Кроме того, использование скриптов не так жестко регламентировано стандартами, как язык HTML. Далеко не все браузеры реализуют всю полноту функциональности, присутствующей в скриптовых языках, да и сама эта функциональность постоянно развивается. Поэтому в ИС, которые широко используют функциональность скриптов, в технических требованиях к рабочим местам клиентов могут появиться ограничения на определенные версии браузеров. В случае ИСУФА такие технические ограничения могут иногда сужать перечень возможных рабочих мест участников системы и ограничивать состав персонала предприятия, вовлеченного в процессы ИСУФА.

Во-вторых, по соображениям информационной безопасности и технологической совместимости с разными типами вычислительных устройств, программный код, выполняемый в вычислительной среде браузера, имеет существенные ограничения по доступу к вычислительным ресурсам того технического устройства, на котором он выполняется. Как правило, каждый блок кода языка HTML и все взаимосвязанные с ним скрипты выполняется браузером в отдельном изолированном адресном пространстве, жестко отделенном от вычислительной среды, в которой функционирует сам браузер. Это не только исключает прямой доступ кода к вычислительным ресурсам технического устройства, но и не допускает применение многих весьма полезных возможностей современных вычислительных систем (таких, например, как повторное использование кода), которые позволяют сократить потребности в вычислительных ресурсах при использовании специализированных программных модулей. Эти ограничения в купе с особенностями, присущими любому интерпретируемому коду, значительно увеличивают потребности в вычислительных ресурсах, необходимых для организации рабочих мест ИСУФА на основе использования Web-интерфейса.

В-третьих, обмен данными браузера с Internet-сервером строго регламентирован ограниченными возможностями протоколов HTTP/HTTPS и не может быть подстроен под особенности бизнес-логики конкретной ИСУФА. Если клиентскому рабочему месту на основе браузера необходимо дополнительно запросить и загрузить какие-то данные, то это может привести к перезагрузке всей странице HTML и передаче значительного объема данных по сети. Поэтому для исключения таких ситуаций разработчики Web-интерфейса должны либо предусмотреть наличие заранее всех необходимых данных на каждой интерфейсной странице, либо обеспечить доступ к данным через дополнительные функции скриптов, выполняющихся на клиентской части ИС и обращающихся к соответствующим функциям сервера приложений (а не Internet-сервера).

Все упомянутые особенности и нюансы накладывают соответствующие ограничения на организацию взаимодействия рабочих мест ИСУФА с пользователями на основе Web-интерфейса. В результате Web-интерфейс не может быть простой калькой интерфейса специализированных программных модулей – иначе взаимодействие пользователей с ним будет осложнено, а на обеспечение его работоспособности будут тратиться существенные вычислительные ресурсы. В таком варианте может оказаться, что затраты вычислительных ресурсов на функционирование брау-зера, реализующего Web-интерфейс ИС, превышают аналогичные затраты на выполнение соответствующего «тонкого клиента» в многоуровневой архитектуре и даже затраты на функционирование «толстого клиента» в архитектуре «клиент-сервер». Следовательно, при проектировании Web-интерфейса для пользователей ИСУФА ее разработчики должны учесть и принять во внимание все технические аспекты, связанные с особенностями его функционирования.

Безусловно, наличие Web-интерфейса является неотъемлемым атрибутом любой современной ИСУФА, поскольку без его использования технически очень сложно обеспечить вовлечение в процессы управления активами всех заинтересованных лиц с различными типами технических устройств. Тем не менее наличие

Web-интерфейса в ИСУФА не исключает возможностей использования специализированных клиентских модулей, поскольку они предоставляют более широкие и гибкие возможности для организации взаимодействия с пользователями. Как правило, специализированные клиентские модули применяются для наиболее распространенного в рамках данной ИСУФА типа рабочих мест (чаще всего это офисные компьютеры), в то время как Web-интерфейс применяется для подключения к ИСУФА рабочих мест других типов.

Заключение

Эффективность любой современной ИСУФА существенно возрастает при подключении к ней всех участников процессов управления активами, что невозможно организовать без использования распределенных вычислений и подключения к ИС различных типов рабочих мест пользователей, включая всевозможные мобильные устройства.

Подключение к ИСУФА разнородных рабочих мест можно обеспечить в рамках многоуровневой технологии организации распределенных вычислений, если разработчики ИСУФА предоставят соответствующий специализированный модуль взаимодействия с пользователем для каждого возможного типа технических устройств. Однако в этом случае с ростом множества допустимых типов рабочих мест существенно возрастают затраты на разработку и поддержку клиентских программных модулей ИСУФА.

Сократить затраты на включение в состав ИСУФА разнородных рабочих мест пользователей можно за счет использования Web-интерфейса, который является универсальным решением для взаимодействия с пользователями ИС, практически не зависящим от типа используемых ими технических устройств. Но технические возможности Web-интерфейса ограничены по сравнению с возможностями интерфейса специализированных программных модулей, что обязательно должно приниматься во внимание разработчиками ИСУФА.

Таким образом, современная ИСУФА должна предоставлять участникам процессов управления активами различные варианты интерфейса взаимодействия с пользователями. Для наиболее активных пользователей предпочтительным является использование специализированных клиентских модулей, но для вовлечения в процессы, реализуемые ИС, максимально широкого круга участников, самым оптимальным решением представляется наличие в ИСУФА Web-интерфейса для взаимодействия с пользователями.

Список литературы

1. *Иорш В. И.* Методология и практика внедрения систем управления активами // ЛИН-технологии: бережливое производство. 2020. №6 (27). С. 8-14.
2. *Крюков И.Э., Матюшин В.А., Антоненко И. Н.* Практические аспекты внедрения стандартов управления активами // Инновационный менеджмент. 2016. №5. С.14-22.
3. *Молчанов А. Ю.* Функции мобильных приложений в информационных системах управления активами // Автоматизация в промышленности. 2020. №8. С. 3-7.
4. *Антоненко И. Н.* EAM-система TRIM: от автоматизации ТОиР к управлению активами // Автоматизация в промышленности. 2015. №1. С. 40-43.
5. *Молчанов А. Ю.* Управление физическими активами в условиях эпизодической (off-line) связи //Автоматизация в промышленности. 2018. №8. С. 13-18.
6. *Кучин Н. В., Молчанов А. Ю.* Многоуровневые системы и облачные вычисления – СПб.: РИЦ ГУАП, 2018.
7. *Кучин Н. В., Молчанов А. Ю.* Интерфейсы взаимодействия приложений и распределенные вычисления – СПб.: РИЦ ГУАП, 2020.

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*