DOI: 10.25728/avtprom.2022.08.03

Использование программных сервисов в информационных системах управления активами

А.Ю. Молчанов (ООО «НПП «СпецТек»)

Современный подход к управлению активами предполагает подключение к информационной системе управления физическими активами предприятия максимально возможного числа заинтересованных лиц. Для этого должна быть предусмотрена возможность работы с функциями такой системы с помощью различных типов технических средств. Представлен обзор средств и особенностей организации сервисов на серверной части информационных систем управления активами.

Ключевые слова: управление физическими активами, распределенные вычисления, программные сервисы.

Организационные и технические особенности функционирования ИСУФА

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

Для успешного решения задач управления физическими активами требуется вовлечение максимально возможного числа заинтересованных лиц. Следует учитывать, что участники процессов управления активами могут находиться в разных подразделениях (в производственных, ремонтных, финансовых, экономических, кадровых и др.), в том числе территориально распределенных, и на разных уровнях в организационной структуре предприятия. При этом для выполнения своих прямых должностных обязанностей многие из них значительную часть времени должны действовать автономно (в производственной зоне, в цехах, на складах и т.п.). Но, несмотря на указанные факторы, 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 (ИСУФА). С точки зрения ИСУФА все физические активы предприятия являются объектами, информация о которых должна храниться в этой системе. Как правило, информация хранится в базе данных (БД) ИСУФА, которая может быть единой централизованной либо распределенной. Учитывая указанные особенности организации ИСУФА и факторы производственной деятельности участников процессов управления активами, создание и внедрение ИСУФА невозможно без использования технологий организации распределенных вычислений [2, 3].

При таком подходе рабочие места участников процессов управления активами, входящие в состав ИСУФА, являются потребителями услуг, предоставляемых этой системой, то есть клиентской частью или просто клиентами. А все компоненты ИСУФА, обеспечивающие предоставление услуг клиентам, составляют серверную часть ИСУФА. Функционирование серверной части ИСУФА должно реализовываться соответствующими программно-аппаратными ресурсами серверных компьютеров. При этом они могут представлять собой выделенные физические компьютеры либо быть виртуальными машинами, которые развернуты на основе доступных вычислительных мощностей с использованием технологий организации облачных вычислений [4].

При создании ИСУФА необходимо учесть, что для доступа к ней все участвующие в процессах управления физическими активами лица могут использовать разнородные технические устройства, выступающие в качестве ее клиентов.

Выделим следующие основные типы таких устройств.

- Офисные стационарные компьютеры, на которых установлены специализированные клиентские программные модули ИСУФА. Такие клиентские рабочие места получают доступ к серверной части ИСУФА в режиме постоянного соединения (on-line) с помощью вычислительной сети, производительность которой должна быть достаточной для обеспечения такого соединения. Как правило, такие рабочие места имеют развитые функциональные возможности и взаимодействуют с пользователями с помощью современного графического интерфейса (GUI – Graphical User Interface). Главным их недостатком является прямая зависимость от программно-аппаратного

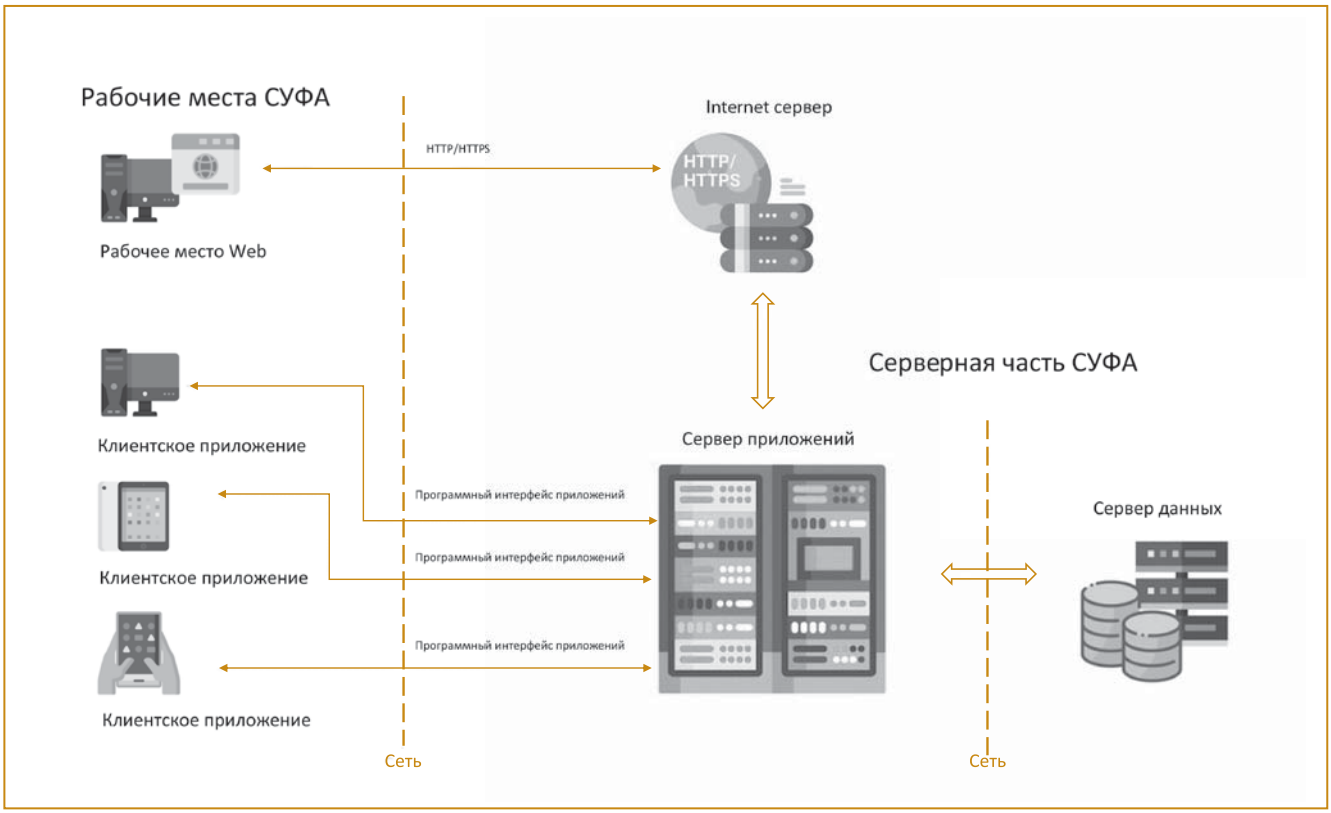

Рис. 1. Взаимодействие различных клиентских рабочих мест с серверной частью ИСУФА

обеспечения рабочих мест, где установлено клиентское программное обеспечение.

• Мобильные устройства – планшеты и смартфоны, на которых установлено клиентское мобильное приложение ИСУФА. Как правило, такое приложение позволяет пользователям взаимодействовать с серверной частью ИСУФА в режиме постоянного соединения. Но при этом оно также должно иметь возможность функционировать автономно в том случае, когда взаимодействие с серверной частью ИСУФА невозможно или недоступно. Использование мобильных устройств позволяет существенно расширить круг лиц, вовлеченных в процессы управления активами так, чтобы они могли выполнять свои функции без существенных ограничений физического перемещения. Главным минусом является недостаточная вычислительная мощность и значительные физические ограничения мобильных устройств, что не позволяет реализовать на их основе всю полноту функциональности ИСУФА.

• Любые технические устройства, позволяющие работать с серверной частью ИСУФА с помощью программы навигации по сети (браузера). Такие клиентские рабочие места получают доступ к серверной части ИСУФА в режиме постоянного соединения через Internet либо через корпоративную вычислительную сеть, построенную на основе принципов Internet. Они имеют достаточно широкий перечень доступных функций, а взаимодействие с пользователем обеспечивается через Web-интерфейс, реализуемый браузером. При этом не требуется установка клиентского программного обеспечения на рабочем месте пользователя, и таким образом нивелируется зависимость клиента от программно-аппаратного обеспечения его рабочего места. Грамотно организованный Web-интерфейс адаптируется под технические возможности различных рабочих мест, что позволяет использовать в качестве клиентских рабочих мест любые технические устройства, в том числе мобильные, имеющие необходимое подключение к сети. В качестве основного недостатка таких рабочих мест отметим тот факт, что по своим возможностям Web-интерфейс всё таки уступает графическому интерфейсу GUI, является менее производительным и для реализации тех же функций взаимодействия с пользователями требует более значительных затрат вычислительных ресурсов.

Общая схема взаимодействия разнотипных клиентских рабочих мест с серверной частью ИСУФА представлена на рис. 1.

Далеко не всегда в составе конкретной ИСУФА могут быть все перечисленные выше типы клиентских рабочих мест и их программно-аппаратного обеспечения. Их реальный перечень будет зависеть от возможностей данной системы, а также от организационных и производственно-технических условий на предприятии и, соответственно, от различных ограничений и требований, налагаемых ими на программное обеспечение ИСУФА. Поэтому вполне жизнеспособны варианты, в которых имеется неполное число типов клиентских рабочих мест, зачастую ограниченное единичным вариантом.

Однако, если программное обеспечение ИСУФА рассчитано не на одного заказчика и нацелено на полноценное

функционирование системы в различных производственно-технических условиях, то оно должно предлагать максимально широкий перечень доступных типов клиентских рабочих мест, включающий все рассмотренные выше. Такой подход позволит при необходимости сочетать их положительные стороны и нивелировать их недостатки, обеспечивая максимальный охват персонала, задействованного в процессах управления активами, с учетом всех особенностей каждого конкретного предприятия. Только в этом случае производитель ИСУФА может рассчитывать на максимально широкий охват рынка.

Примером может служить проект внедрения электронной системы обходов оборудования (ЭСО), реализованный в КАО «Азот» на платформе программного комплекса TRIM [5]. Техническим заданием на проект была поставлена задача: создать ЭСО в виде многопользовательской системы сбора, учета и анализа данных о результатах обходов оборудования с использованием мобильных устройств и Web-технологий.

С этой целью в состав ЭСО включены все три указанных типа рабочих мест:

- офисные стационарные компьютеры с графическим интерфейсом пользуются администраторы системы, ведущие реестр активов (объекты осмотра и обхода), поддерживающие справочники НСИ, управляющие ролями пользователей;
- к функциям TRIM через Web-интерфейс и браузер любых доступных им технических устройств обращаются эксперты, создающие в системе маршруты обходов, и планировщики обходов, непосредственно формирующие задания на обходы по исполнителям;
- мобильные устройства с установленными приложением TRIM-Mobile используются непосредственные исполнители обходов оборудования.

Такая организация рабочих мест позволила вовлечь в единое информационное пространство управления обходами оборудования 1896 пользователей, большинство из которых – оперативный персонал технологических цехов, находящийся всю рабочую смену непосредственно у оборудования и выполняющий обходы, а более 200 имеют статус эксперта.

Построение серверной части ИСУФА на основе сервисной модели

Существуют различные технологии организации распределенных вычислений, многие из которых так или иначе применяются в ИСУФА [4, 6], и которые определяют состав серверных программных компонентов этой системы. Последние обеспечивают предоставление услуг ИСУФА, составляют серверную часть системы и являются различными серверами в её составе.

Соответственно, серверная часть ИСУФА должна быть построена так, чтобы поддерживать взаимодействие со всеми типами клиентских рабочих мест. Кроме того, серверная часть ИСУФА должна обладать известной гибкостью для возможности масштабирования системы. При этом должно обеспечиваться как вертикальное масштабирование (путем расширения функциональности системы), так и горизонтальное (за счет увеличения числа пользователей). Конечно, возможно создание программного обеспечения ИСУФА, рассчитанного только на определенный сегмент рынка и соответствующий масштаб предприятий. Но в данном случае наиболее гибкой и востребованной на рынке будет ИСУФА, которая в равной степени способна обеспечить поддержку процессов управления активами на предприятиях различного масштаба и с разным числом пользователей, а также с широким диапазоном доступных функций. При этом технические требования к серверным компонентам ИСУФА в каждом конкретном случае должны быть соразмерны масштабам системы и того предприятия, процессы управления активами которого она поддерживает.

Неэффективные механические системы способны приносить убытки в пару центов на каждой производимой детали, однако из-за некачественных информационных процессов можно потерять целую компанию.

Алан Купер

Все указанные обстоятельства предопределяют требования к программным компонентам серверной части ИСУФА и ее архитектуре. Существуют различные подходы, которые в той или иной степени позволяют решить указанные задачи, возникающие при создании серверной части системы. Далее будут более подробно рассмотрены аспекты организации распределенных вычислений в серверной части ИСУФА.

Одним из вариантов построения серверной части, который может обеспечить необходимые условия по возможностям ее масштабирования, расширения функциональности и подключения разнотипных клиентских мест является подход, основанный на использовании программных сервисов (сервисная архитектура).

Основой реализации серверной части на основе сервисной архитектуры, как и во многих других случаях, является модель данных. Главным при этом является принцип, согласно которому каждый объект (сущность) в составе ИСУФА обслуживается соответствующим сервисом. Сервис может быть представлен менеджером классов, который обеспечивает возможность доступа к функциям сервиса всем остальным компонентам системы. Доступ к менеджеру классов для других компонентов ИСУФА обеспечивается через соответствующий программный интерфейс, который в программном коде может быть представлен именно в виде интерфейса или другой подобной конструкции (в зависимости от используемых средств разработки) [7].

При этом взаимодействие между компонентами сервисной части обеспечивается единообразно вне зависимости от их внутренней реализации. Такой подход допускает возможность замены любого сервиса в составе серверной части системы на другой аналогичный сервис при условии, что он обеспечивает соответствующий программный

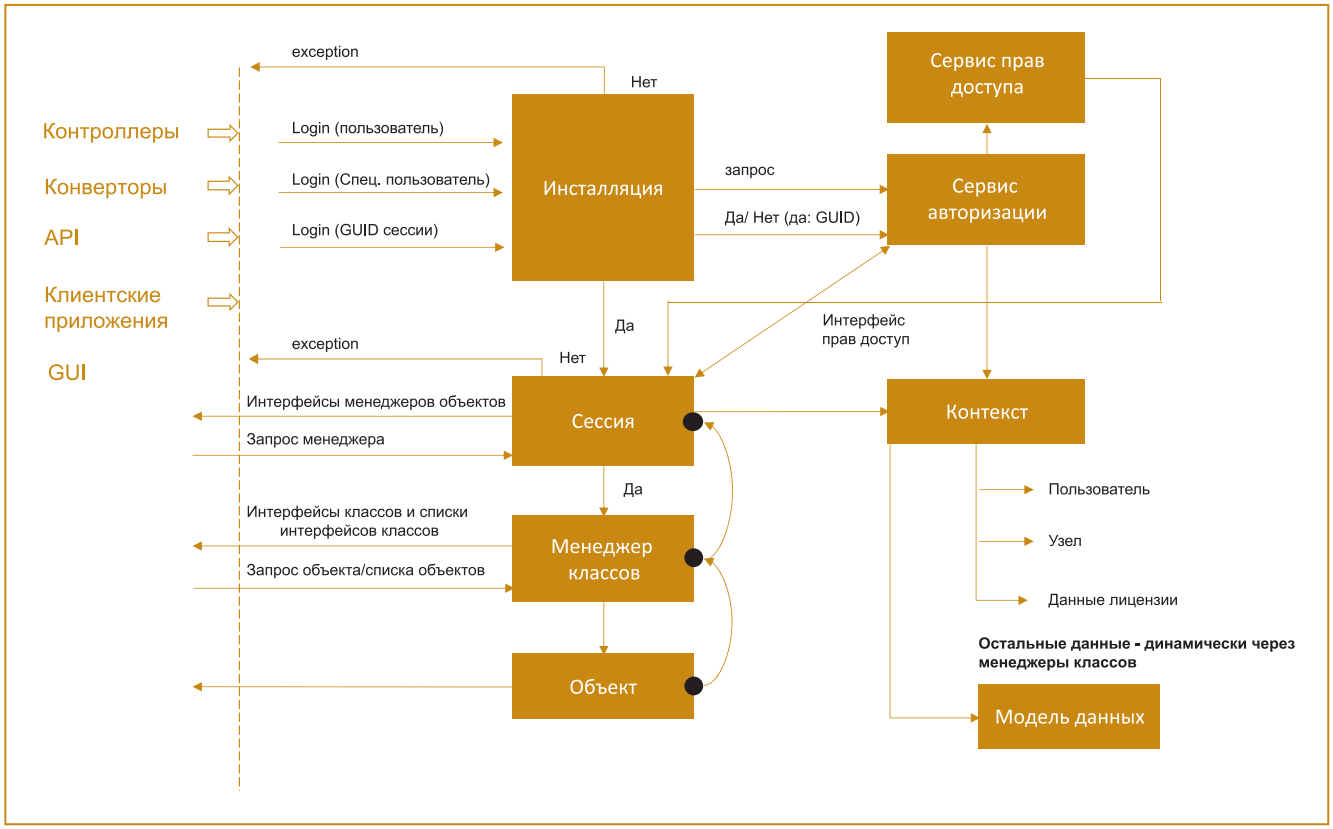

Рис. 2. Серверная часть ИСУФА на основе сервисной архитектуры

интерфейс. Причем такая замена никак не должна сказываться на других сервисах, входящих в состав ИСУФА.

Состав сервисов, реализованных в серверной части ИСУФА, может зависеть от конкретной реализации системы и её функциональности. Но в любом случае можно выделить обязательный сервис, обеспечивающий аутентификацию пользователей, компонентов системы и внешних систем, взаимодействующих с ней, и предоставляющих им сессию взаимодействия с серверной частью ИСУФА и соответствующий ей контекст данных в составе общей модели данных.

Аутентификация пользователей может происходить по заданным параметрам, в качестве которых могут выступать уникальное имя и пароль пользователя, либо другой уникальный идентификатор (например, RFID-код метки или карточки доступа пользователя на предприятие). При необходимости процесс аутентификации пользователей ИСУФА может быть синхронизирован с данными общей корпоративной информационной системы предприятия (построенной, например, на основе Active Directory). После прохождения аутентификации пользователь получает уникальный никогда не повторяющийся идентификатор сессии, который действует в течение заданного времени и может быть запомнен на стороне клиентского программного обеспечения ИСУФА. В течение срока действия этого уникального идентификатора сессии клиентское программное обеспечение, работающее в этой сессии, может использовать его для доступа к серверной части ИСУФА.

Аналогично внешние системы могут получать доступ к серверной части ИСУФА либо по специальным данным аутентификации, выделенным для взаимодействия с этими системами, либо по внутренним уникальным кодам, известным серверным компонентам ИСУФА. Как и для пользователей, для каждого взаимодействия серверной части ИСУФА с внешними системами создается уникальная сессия со своим контекстом данных и своим уникальным идентификатором.

Обязательным также является сервис авторизации (сервис прав доступа). Его главная задача – предоставление каждому субъекту или объекту, взаимодействующему с ИСУФА, информации о доступных ему функциях и данных. Он функционирует в прямой взаимосвязи с каждой сессией ИСУФА. Все остальные сервисы используют предоставляемую им информацию, чтобы определить перечень функций и данных, доступных в пределах данной сессии. Таким образом, пользователь или внешняя система, получая доступ к серверной части ИСУФА и открывая соответствующую сессию, сразу проходит авторизацию на серверной части ИСУФА и получает доступ только к тем данным и функциям, которые ему (ей) доступны в соответствии с заданным распределением прав доступа в ИСУФА.

Общая схема взаимодействия программных компонент серверной части ИСУФА, построенной на основе сервисной архитектуры, представлена на рис. 2.

При такой реализации серверной части возможно масштабирование программного обеспечения серверов системы как по составу функций, так и по числу обслуживаемых пользователей без необходимости её существенных модификаций.

Подключение новых функций возможно путем создания новых сервисов, принципы функционирования которых должны соответствовать сервисной архитектуре. Если какая-то часть функций не используется или не задействована на данном этапе внедрения, соответствующие сервисы в составе серверной части системы могут отсутствовать или быть представлены типовыми «заглушками». По мере развития ИСУФА и расширения ее функциональности возможно постепенное подключение к серверным модулям системы новых сервисов и реализуемых ими функций.

Аналогично возможно масштабирование серверной части ИСУФА по числу обслуживаемых пользователей. В предельном случае при минимальной нагрузке все компоненты серверной части системы могут располагаться на единственном вычислительном устройстве, где будут выполняться все сервисы. С возрастанием нагрузки возможно увеличение производительности серверных вычислительных устройств, что обеспечивается базовыми принципами, лежащими в основе процесса организации распределенных вычислений. Но использование сервисной архитектуры для построения серверной части системы позволяет при возрастании нагрузки не только увеличивать вычислительные мощности серверных компонентов, но и наращивать дополнительно число этих компонентов, разнося отдельные сервисы из состава серверной части на разные вычислительные устройства. В предельном случае возможно организовать функционирование серверной части системы таким образом, чтобы каждый сервис из ее состава выполнялся на своем отдельном вычислительном устройстве.

Конечно, создание серверной части ИСУФА на основе сервисной архитектуры предъявляет определенные требования к программному обеспечению серверной части, которые должны соблюдаться разработчиками. Но необходимо отметить, что такой подход обеспечивает определенную гибкость в распределении ресурсов серверной части системы и ее взаимодействие с клиентскими рабочими местами, что дает ряд существенных преимуществ.

Заключение

Использование любой современной ИСУФА подразумевает вовлечение в процессы управления активами максимального числа заинтересованных лиц. Для реализации этой возможности необходимо использование соответствующей архитектуры организации распределенных вычислений и подключение к системе всех возможных типов клиентских рабочих мест пользователей, включая различные мобильные устройства.

Подключение к ИСУФА разнородных клиентских рабочих мест можно обеспечить в рамках многоуровневой технологии организации распределенных вычислений, если разработчики ИСУФА обеспечат соответствующие программные интерфейсы со стороны серверной части ИСУФА. Кроме того, серверная часть ИСУФА должна быть организована таким образом, чтобы обеспечить возможность масштабирования как по составу выполняемых ею функций, так и по числу обслуживаемых пользователей.

Одним из вариантов организации серверной части ИСУФА, который может обеспечить реализацию заявленных требований является использование сервисного подхода (сервисной архитектуры). При таком подходе вся серверная часть ИСУФА представляет собой множество взаимодействующих между собой сервисов, состав которых может меняться в зависимости от функциональных возможностей ИСУФА. При этом должны быть четко специфицированы программные интерфейсы взаимодействия между сервисами, но способы реализации тех или иных сервисов могут варьироваться. Среди всего множества сервисов, реализуемых на серверной части ИСУФА, есть определенный перечень сервисов, без которых построение серверной части ИСУФА невозможно – к ним относятся, например, сервис аутентификации и сервис управления правами доступа.

Список литературы

1. *Иорш В. И.* Концепция создания правильной системы управления физическими активами // Менеджмент сегодня. 2017. №4 (100). С. 288-303.
2. *Молчанов А. Ю.* Управление физическими активами в условиях эпизодической (off-line) связи //Автоматизация в промышленности. 2018. №8. С. 13-18.
3. *Молчанов А. Ю.* Функции мобильных приложений в информационных системах управления активами // Автоматизация в промышленности. 2020. №8. С. 3-7.
4. *Аксенов А.В., Андреев А.В. и др.* Облачные технологии – СПб.: РИЦ ГУАП, 2021.
5. *Антоненко И.Н.* Применение мобильных устройств при контроле состояния и обслуживании машин и оборудования // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2020. №11. С. 38-44.
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