



ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВАМИ С ДРУГИМИ СИСТЕМАМИ ОРГАНИЗАЦИИ

А.Ю. Молчанов (ООО «НПП «СпецТек»)

Современный подход к управлению физическими активами предприятия предполагает взаимодействие с информационной системой управления физическими активами (ИСУФА) максимально возможного числа заинтересованных лиц. При этом на большинстве предприятий кроме ИСУФА функционирует множество других информационных систем, с которыми могут взаимодействовать сотрудники предприятия, вовлеченные в процессы управления физическими активами. Представлен обзор возможностей и технических особенностей организации средств взаимодействия между информационными системами для вовлечения персонала в процессы управления физическими активами предприятия.

Ключевые слова: управление физическими активами, EAM, распределенные вычисления, обмен данными, интеграция информационных систем.

Необходимым средством поддержки процессов управления физическими активами является [1, 2] информационная система управления физическими активами (ИСУФА). При этом под физическими активами предприятий понимается производственное и вспомогательное оборудование, машины и механизмы, здания, сооружения и другие объекты инфраструктуры, а также все используемые материально-технические ресурсы, контрольно-измерительные приборы и иные объекты.

ИСУФА должна обладать всей полнотой информации обо всех физических активах предприятия. Вся эта информация хранится в базе данных (БД) ИСУФА. В зависимости от особенностей информационной инфраструктуры предприятия эта БД может быть единой централизованной, либо распределенной. Учитывая особенности организации ИСУФА и факторы производственной деятельности, создание и внедрение ИСУФА невозможно без использования технологий организации распределенных вычислений [3].

Для успешного решения задач управления физическими активами необходимо обеспечить участие в этом наиболее широкого круга заинтересованных лиц. Поэтому при создании и внедрении ИСУФА требуется обеспечить

подключение к ней максимально возможного числа сотрудников и руководителей предприятия, использующих различные типы клиентских рабочих мест, включая всевозможные мобильные устройства. Это достигается за счет включения в состав ИСУФА программных модулей различных типов, в том числе позволяющих пользователям взаимодействовать с ИСУФА в автономном режиме с мобильных устройств [4].

Однако, как правило, внедрение ИСУФА на предприятии не происходит в информационном вакууме. Чаще всего на предприятии уже имеются, либо внедряются другие информационные системы (ИС), которые могут решать совершенно различные задачи, часть из которых может быть непосредственно связана с процессами управления активами. Многие сотрудники предприятия, задействованные в процессах управления активами, могут быть пользователями других ИС, внешних по отношению к ИСУФА. Поэтому принципиально важной является задача интеграции различных ИС предприятия с ИСУФА, которая заключается в обеспечении взаимодействия и организации обмена данными между ними [5].

Интеграция в первую очередь преследует следующие цели.

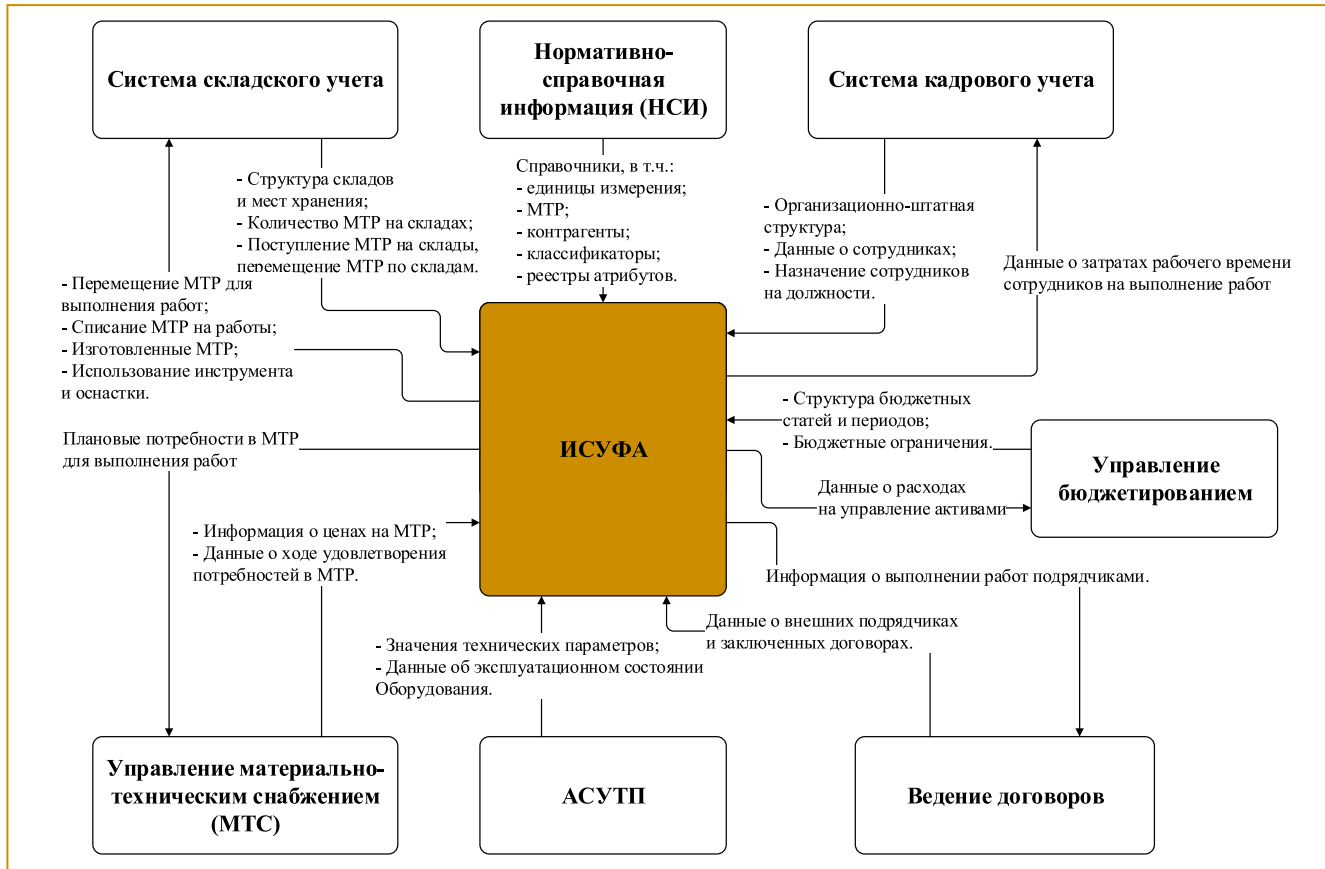


Рис. 1. Взаимодействие различных ИС предприятия с ИСУФА

- Обеспечить поступление в ИСУФА всей информации, необходимой для эффективного управления активами, вне зависимости от того, в какой именно ИС первично появляются те или иные данные.

- Исключить необходимость повторного ввода одних и тех же данных в различные ИС.

- Сократить число используемых ИС. В этом контексте идеальна ситуация, когда каждое рабочее место выступает в качестве клиентского в одной единственной ИС. Если идеала достичь не удастся, необходимо стремиться к тому, чтобы число клиентских рабочих мест различных ИС на каждом рабочем месте сотрудников было минимально необходимым. Рекомендуется ввод данных осуществлять в одну ИС, в то время как остальные использовать только для получения информации и ознакомления с данными.

- Максимально нивелировать влияние человеческого фактора на процессы обмена данными, чтобы исключить неточные или недостоверные данные, ошибки или несвоевременный ввод информации в процессе обмена данными между ИС.

Очевидно, что эти цели прямо или косвенно способствуют вовлечению в процессы управления активами всех заинтересованных лиц, вне зависимости от того, с какой конкретно ИС они непосредственно взаимодействуют. Какие именно ИС будут взаимодействовать с ИСУФА, во многом зависит от конкретного предприятия, сложившейся на нем ситуации и практики использования ИС. Не существует раз и навсегда сложившегося перечня внешних

ИС, интеграция с которыми необходима для полноценной реализации процессов управления активами в ИСУФА [5].

Примерный состав таких ИС, взаимодействие которых с ИСУФА в принципе возможно, а также примерный состав потоков данных между этими ИС представлены на рис. 1.

Реализация обмена данными с внешними ИС

В процессе интеграции возникают вопросы о том, как организовать взаимодействие и обеспечить обмен данными. Конечно, конкретные технические решения могут быть различными для каждой ИС, с которой взаимодействует ИСУФА. Это зависит от решаемых задач, характера передаваемых данных и их назначения, а также от ряда технических и организационных условий, которые будут рассмотрены далее для каждого способа организации взаимодействия между ИС.

Выделим следующие основные способы организации обмена данными между различными ИС:

- файловый обмен;
- хранение данных внешней ИС в составе ИСУФА;
- хранение ссылок на внешние данные в составе ИСУФА;
- обмен через промежуточное хранилище данных;
- взаимодействие ИС через программный интерфейс.

Каждый из этих способов имеет свои особенности, преимущества и недостатки. Их выбор зависит от многих факторов, в числе которых функциональные задачи и цели взаимодействия, требования к оперативности обмена

данными, технические возможности каждой ИС и наличие поддержки со стороны ее поставщика, а также организационно-финансовые аспекты, связанные с внедрением и функционированием на предприятии ИСУФА и взаимодействующих с ней сторонних ИС.

Далее рассмотрим основные особенности каждого из перечисленных способов обмена данными.

Файловый обмен — это самый простой с технической точки зрения способ организации взаимодействия между ИСУФА и сторонними ИС. Он предполагает, что в случае передачи данных из внешней ИС в ИСУФА эти данные сначала выгружаются в промежуточный файл обмена данными, а затем загружаются в ИСУФА и, наоборот.

В качестве промежуточных чаще всего используются файлы структурированных текстовых форматов (CSV, XML, JSON), либо файлы в формате Microsoft Excel (XLS, XLSX).

Этот способ, как правило, не требует существенных работ и модификаций ИС, участвующих в обмене данными, а потому реализуется без привлечения ИТ-специалистов или с минимальным их участием. Большинство современных ИС поддерживают экспорт данных в структурированные текстовые форматы, поэтому не возникает проблем с формированием файлов обмена данными. Более сложной является задача импорта внешних данных в ИС. Например, далеко не все данные, используемые в ИСУФА, могут быть импортированы (загружены) без предварительной обработки. Однако функциональность ИСУФА постоянно развивается и в этом направлении, что дает возможность во многих случаях обойтись стандартными функциями ИСУФА без привлечения специалистов со стороны ее поставщика. Например, ИСУФА на основе программного обеспечения TRIM, имеет функции импорта внешних справочников, а также некоторых данных, связанных с процессами МТС.

Файловый обмен может выполняться как вручную, по командам пользователей, так и автоматически по заданному расписанию. В последнем варианте взаимодействующие ИС должны иметь в своем составе программные компоненты, позволяющие передавать им параметры экспортируемых и загружаемых данных через командные строки. Если такие программные средства отсутствуют, обмен данными через структурированные файлы можно организовать только посредством действий пользователей, либо через разработку специализированных программных модулей, выполняющих преобразование данных в заданный формат файла (конвертеров). Но в этом случае требуется привлечение специалистов со стороны той ИС, где необходима такая конвертация данных, и в этом случае обмен файлами будет практически эквивалентен обмену данными через промежуточное хранилище данных, который рассмотрен далее.

В целом файловый обмен полезен и эффективен при эпизодической передаче данных из одной ИС в другую. Однако он не удобен для организации постоянного обмена данными и не исключает полностью влияние человеческого фактора.

Хранение данных внешней ИС в составе ИСУФА предусматривает, что данные из внешней ИС выгружаются в промежуточный файл обмена данными, который как единое целое загружается в ИСУФА и сохраняется в ее БД

или на другом носителе информации ИСУФА. В отличие от предыдущего способа, файл обмена данными на стороне ИСУФА не анализируется, а загружается как единый набор неструктурированных данных.

Характер данных, передаваемых таким способом, зависит от функционального назначения ИС, принимающей данные. Данные, которые сохраняются в ИС без анализа их внутренней структуры и содержимого, в дальнейшем не могут обрабатываться в бизнес-процессах этой ИС. Для ИСУФА такими данными могут быть различные внешние документы, связанные с обслуживаемыми активами или выполняемыми работами (как правило, в формате PDF), схемы и чертежи, если они используются как иллюстративный материал, но не служат основанием для представления структуры активов и их взаимосвязей между собой (здесь могут использоваться данные в разнообразных графических форматах).

Такой обмен данными также может выполняться эпизодически вручную или по расписанию. По организации он аналогичен файловому обмену данными, но загрузку данных выполнить проще, так как не требуется анализ загружаемой информации. Главным условием является наличие в составе ИСУФА функциональности для работы с такого рода данными.

Хранение данных внешней ИС в составе ИСУФА удобно и эффективно, если эти данные не должны быть структурированы и имеют ограниченный объем. Главным недостатком этого метода является тот факт, что данные внешней ИС фактически дублируются в ИСУФА, и если их объем значителен, то могут потребоваться соответствующие вычислительные ресурсы. В этом случае более рациональным является следующий метод обмена данными.

Хранение ссылок на внешние данные в составе ИСУФА предусматривает, что информация о данных внешней ИС передается в ИСУФА и сохраняется там в виде ссылки. Если внешние данные находятся в обычном файловом хранилище, то в качестве ссылки может быть указан путь к файлам с данными в унифицированном формате UNC (Uniform Naming Convention). Если же эти данные предоставляются внешней ИС, то в качестве ссылки чаще всего используется универсальный идентификатор расположения данных (URL – Uniform Resource Locator), имеющий стандартизованную форму.

Как и в предыдущем случае, данные, для которых в ИСУФА хранятся только ссылки, не считаются структурированными для ИСУФА и не могут обрабатываться в ее бизнес-процессах. Дополнительным ограничением служит тот факт, что время получения данных по внешней ссылке может быть существенным.

Этот способ обмена данными по логике работы мало чем отличается от предыдущего, но при этом исключается дублирование данных в различных ИС. Дополнительные вычислительные ресурсы практически не требуются, что делает его более предпочтительным для взаимодействия ИСУФА с внешними ИС, когда в ИСУФА необходимо хранить внешние неструктурированные данные.

В частности, ИСУФА на основе программного обеспечения TRIM имеет развитую функциональность работы

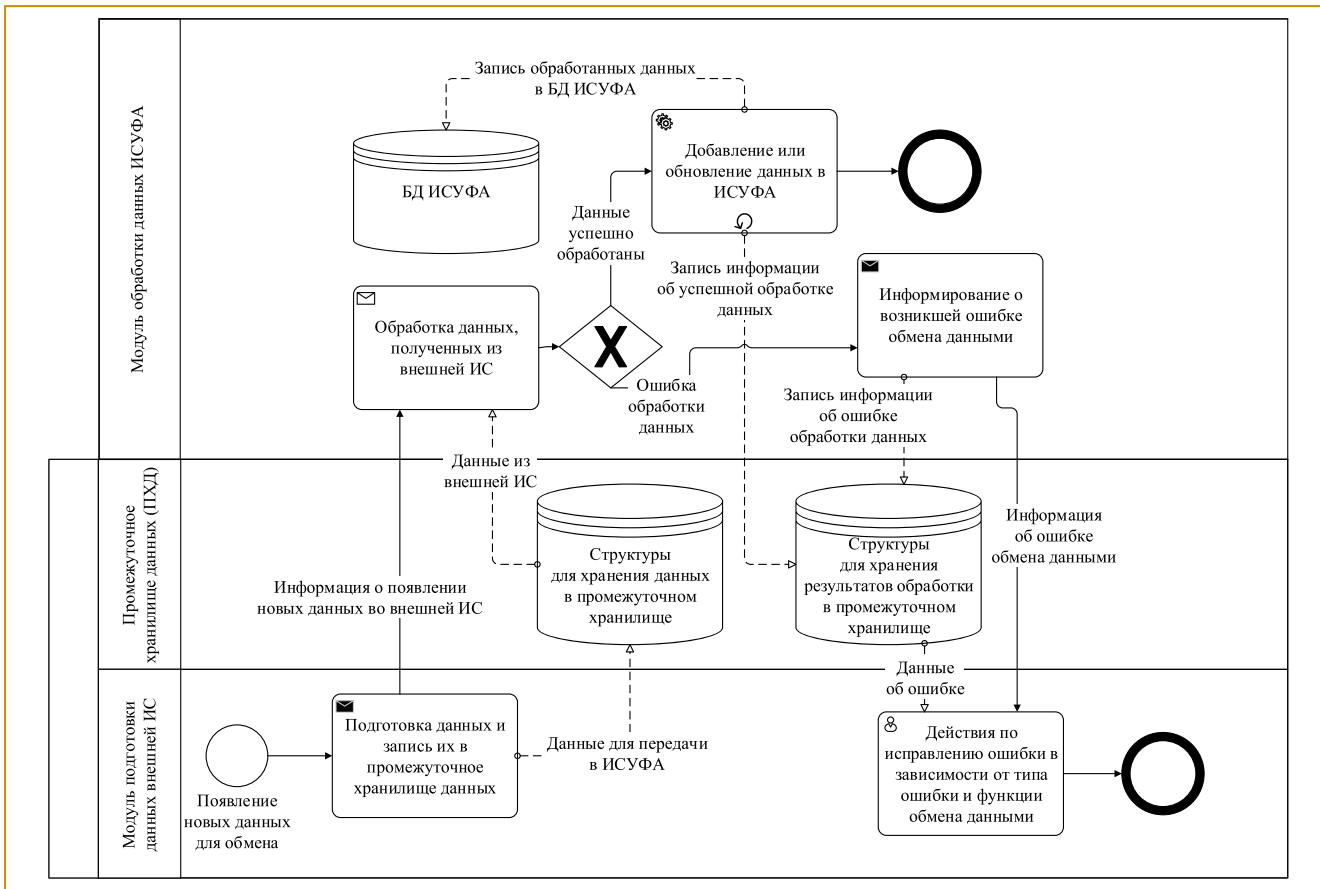


Рис. 2. Процесс получения данных ИСУФА от внешней ИС через промежуточное хранилище данных

с файлами. Внешние файлы, хранящие неструктурированные данные, могут выступать в качестве пояснительных документов, использоваться в системе документооборота, а также в качестве схем, иллюстраций и чертежей и могут быть привязаны к различным объектам, которые хранятся в БД ИСУФА. При этом в данной ИСУФА предусмотрена возможность хранить эти данные как в виде файлов в составе ИСУФА, так и в форме внешних ссылок для взаимосвязи с другими ИС.

Однако данный способ обмена данными налагает определенные ограничения на внешнюю ИС, данные из которой передаются в ИСУФА. Если эти внешние данные не являются просто файловым хранилищем, то для доступа к ним внешняя ИС должна предоставлять программный интерфейс (API – Application Program Interface), который может обеспечить получение данных по заданной ссылке (URL). Кроме того, доступ к данным ИС через API, как правило, подразумевает прохождение аутентификации, что может создать определенные неудобства для пользователей (если взаимодействующие ИС не используют единый для них инструмент аутентификации пользователей).

Обмен через промежуточное хранилище данных чаще всего организован следующим образом:

- внешняя ИС выгружает данные в промежуточное хранилище данных;
- ИСУФА читает данные из промежуточного хранилища данных, обрабатывает их и отмечает обработанные записи в зависимости от результатов их обработки;

- внешняя ИС получает информацию о результатах обработки данных в ИСУФА и действует в зависимости от логики и функциональности обмена данными – передача данных может быть выполнена повторно, данные могут быть откорректированы или предприняты другие предусмотренные действия.

Общая схема процесса получения данных через промежуточное хранилище данных представлена на рис. 2.

Если необходим обмен данными в обратную сторону (из ИСУФА во внешнюю ИС), то те же самые действия выполняются в противоположном порядке.

Такой обмен данными может выполняться по расписанию или по определенным событиям (чаще всего, по факту изменения данных в одной из взаимодействующих ИС). Выполнять его вручную по командам пользователей возможно, но достаточно сложно, так как требуется доступ к промежуточному хранилищу данных и выполнение команд обмена данными в строго определенной последовательности. Поэтому данный способ чаще используется для организации полностью автоматического процесса взаимодействия ИС.

В качестве промежуточного хранилища данных, как правило, выступает специализированная БД, которая целенаправленно проектируется для решения этой задачи. Необходимо предварительно спроектировать и согласовать структуру промежуточного хранилища данных, организовать само это хранилище, обеспечить доступ к нему взаимодействующих ИС и реализовать процессы обмена

данными с промежуточным хранилищем данных для каждой из взаимодействующих ИС. Всё это требует участия соответствующих специалистов, а также может быть связано с разработкой дополнительных программных модулей, так как в составе типовых модулей ИС обычно отсутствуют инструменты для взаимодействия с промежуточным хранилищем данных.

Для организации промежуточного хранилища данных требуются соответствующие вычислительные ресурсы — прежде всего, сервер данных для размещения этого хранилища данных и СУБД для управления БД промежуточного хранилища данных. Требования к ним существенно зависят от объема и интенсивности обмена данными. Как правило, эта дополнительная вычислительная нагрузка не столь существенна по сравнению с ежедневной регулярной нагрузкой на серверную часть ИСУФА. Поэтому можно использовать мощности сервера данных в составе ИСУФА, а в качестве СУБД — ту СУБД, которая используется в ИСУФА. В этом случае необходимо организовать разграничение доступа для ИСУФА и внешней ИС к различным БД на сервере данных ИСУФА.

Обмен данными через одно и то же промежуточное хранилище данных можно использовать для взаимодействия с ИСУФА нескольких внешних ИС. В этом случае необходимо определить, будет ли обмен данными происходить через одну и ту же БД или для каждой ИС будет использоваться своя промежуточная БД. В основном это зависит от состава и характера передаваемых данных — если несколько внешних ИС передают или получают одинаковые по составу данные, тогда для обмена лучше использовать одну общую БД, а иначе рекомендуется разделить данные на несколько независимых промежуточных БД. Общие принципы обмена данными через промежуточное хранилище данных в целом не зависят от числа взаимодействующих ИС. Но при увеличении числа ИС, обменивающихся данными через одну и ту же промежуточную БД, могут усложниться процессы согласования структуры БД и протоколов обмена данными.

Иногда в качестве промежуточного хранилища данных используют не БД, а файловое хранилище. Это не дает никаких преимуществ, но усложняет процессы контроля результатов обмена данными, обнаружения и исправления ошибок обмена данными, а также организации доступа к промежуточному хранилищу данных. Такая замена возможна только в случае, если для взаимодействующей ИС нет специалистов, которые могли бы организовать обмен данными с БД.

Важной является возможность автономного тестирования и отладки обмена данными с промежуточным хранилищем для каждой из взаимодействующих ИС. Зная структуру БД промежуточного хранилища данных, специалисты со стороны каждой ИС могут независимо от другой ИС разрабатывать ПО для взаимодействия с промежуточным хранилищем, отлаживать и тестировать его. Это включает необходимость решения ряда организационных проблем, которые могут возникать, когда необходимо обеспечить прямой обмен данными между ИС (о чем будет сказано далее).

Обмен данными через промежуточное хранилище данных позволяет организовать полноценное взаимодействие ИС, что принципиально важно для интеграции ИСУФА с внешними ИС. Обмен данными происходит оперативно, двойной ввод данных в ИС и влияние человеческого фактора полностью исключается, также может быть организован процесс контроля обработки передаваемых данных. Недостатком является необходимость полноценного участия ИТ-специалистов со стороны обеих взаимодействующих ИС, а также потребность в разработке дополнительных программных модулей, реализующих обмен данными, что может потребовать времени и ресурсов.

Взаимодействие ИС через программный интерфейс подразумевает наличие программного интерфейса (API) для доступа к данным хотя бы у одной из взаимодействующих ИС. При однонаправленном обмене данными API должна предоставлять ИС, являющаяся источником данных, при двунаправленном обмене API предоставляют обе взаимодействующие ИС.

При таком способе обмена данными одна из ИС, выступающая инициатором обмена данными, обращается к API второй ИС и запрашивает необходимые ей данные, после чего она может инициировать передачу своих данных в другую ИС через тот же API. Возможны и более сложные варианты взаимодействия, когда для обмена разными данными инициаторами выступают различные ИС. Такой обмен данными может происходить и по расписанию, и по событиям, связанным с изменением данных. Возможны ситуации, когда обмен данными через программный интерфейс инициируется по команде пользователя, но для этого ИС, являющаяся инициатором обмена данными, должна предоставлять соответствующий пользовательский интерфейс или возможности командной строки, так как прямое взаимодействие пользователей с API существенно осложнено.

Как правило, современные ИСУФА уже имеют готовый API, который можно использовать для организации взаимодействия с внешними ИС. Например, упоминая ИСУФА на основе ПО TRIM предоставляет полноценный API для возможного взаимодействия с внешними ИС. Ситуация также развивается в направлении технического совершенствования ИС, поэтому все большее число различных ИС способно предоставить API для организации обмена данными. По этой причине данный способ организации взаимодействия между ИС становится всё более актуальным.

Одним из самых распространенных способов организации API является технология на основе программного интерфейса RESTfull. В этом случае один и тот же программный интерфейс может использоваться и для взаимодействия клиентской части ИС с ее серверной частью (как правило, на основе протоколов HTTP/HTTPS), и для взаимодействия с внешними ИС. Обмен данными идет обычно в структурированных текстовых форматах — обычно это JSON, реже используется XML.

Обмен данными через программный интерфейс может использоваться и для объединения нескольких ИС в единый контур интеграции. Это требуется, когда есть потребность передачи одних и тех же данных нескольким ИС-потребителям данных. Например, очень часто такая

Заключение

задача возникает для данных нормативно-справочной информации (НСИ), потребителем которых являются многие ИС в составе предприятия. Для решения такой задачи существуют специализированные программные продукты — шины обмена данными. При использовании такой шины ИС-поставщик данных регистрирует в ней определенный тип сообщений, в которых будет передавать свои данные. В свою очередь, ИС-получатель данных регистрирует со своей стороны подписку на те типы сообщений, которые она хотела бы получать. В процессе обмена данными ИС-поставщик формирует сообщение с данными и передает его в шину, которая, в свою очередь, рассылает это сообщение всем ИС-получателям. Шина обмена данными обеспечивает доставку сообщений получателям, а также может вызывать определенные функции ИС, информируя их о полученных данных.

Этот способ обладает теми же преимуществами, что и предыдущий, но исключается дополнительный компонент — промежуточное хранилище данных, что позволяет упростить сам процесс. Конечно, для организации обмена данными через программные интерфейсы ИС также требуется участие ИТ-специалистов со стороны взаимодействующих ИС, но их роль не является настолько определяющей, как при использовании промежуточного хранилища данных. При наличии развитого API, обеспечивающего реализацию всей функциональности, необходимого для обмена данными, доработка ИС в данном варианте не потребует, а задачи специалистов со стороны взаимодействующих ИС сводятся к настройкам доступа и регламента взаимодействия между ними. Более того, если API обеспечивает все необходимые функции обмена данными и снабжено подробным описанием, возможно ограничиться участием специалистов только со стороны одной из взаимодействующих ИС (как правило, потребителя данных) либо полностью реализовать интеграционный процесс силами администраторов, не имеющих прямого отношения к взаимодействующим ИС.

Несмотря на очевидные технические преимущества, такой способ обмена данными имеет и свои недостатки. Конечно, первым условием для его реализации является наличие доступного API для работы с теми данными, которыми необходимо обмениваться с внешними ИС. Но для современной ИСУФА это, как правило, не проблема. Но вторым условием является необходимость решить все организационные и юридические вопросы, связанные с организацией процесса обмена данными через программные интерфейсы. Если в случае обмена данными через промежуточное хранилище после того, как структура промежуточного хранилища согласована, каждая ИС имеет возможность независимо организовать и протестировать процесс обмена данными со своей стороны, то при обмене данными через программный интерфейс происходит прямое взаимодействие ИС друг с другом. Это не всегда тривиальная задача, особенно в тех случаях, когда требуется доработка и развитие API, а сами взаимодействующие ИС при этом развиваются и поддерживаются разными поставщиками.

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

Для полноценной реализации функций ИСУФА необходимо обеспечить вовлечение в процессы управления активами максимально возможного числа персонала, задействованного в этих процессах. При этом следует принимать во внимание, что задействованный в этих процессах персонал в соответствии со своими должностными обязанностями выполняет не только те функции, которые покрываются процессами ИСУФА, но и использует другие ИС предприятия. Поэтому принципиально важно обеспечить взаимодействие и обмен данными ИСУФА с другими ИС предприятия.

В процессах обмена данными между ИСУФА и другими ИС предприятия необходимо исключить необходимость ввода одних и тех же данных, а также минимизировать влияние человеческого фактора на обмен данными, чтобы снизить вероятность ошибок. Также необходимо стремиться к тому, чтобы сократить число ИС, с которыми должны взаимодействовать сотрудники, на каждом рабочем месте.

Существуют различные технические способы организации обмена данными между ИСУФА и другими ИС предприятия. В том числе такое взаимодействие может быть построено на основе обмена структурированными файлами, за счет хранения данных или ссылок на них, полученных из внешних ИС, в хранилище данных ИСУФА, путем использования промежуточного хранилища данных или непосредственно на основе взаимодействия между ИС через предоставляемые ими программные интерфейсы. Каждый из этих способов обмена данными имеет свои особенности, преимущества и недостатки. Выбор того или иного способа взаимодействия ИСУФА с внешними ИС зависит от решаемых задач, характера передаваемых данных, технических возможностей ИС, наличия на предприятии квалифицированных специалистов, а также организационно-правовых условий, связанных с процессами внедрения, поддержки и сопровождения этих ИС.

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.* ЕАМ-система TRIM: от автоматизации ТООР к управлению активами // Автоматизация в промышленности. 2015. №1. С. 40-43.
3. *Молчанов А. Ю.* Использование программных сервисов в информационных системах управления активами // Автоматизация в промышленности. 2022. №8. С. 21-25.
4. *Молчанов А. Ю.* Функции мобильных приложений в информационных системах управления активами // Автоматизация в промышленности. 2021. №8. С. 3-7.
5. *Кац Б. А.* Взаимодействие информационной системы ТООР с другими АСУ предприятия // Автоматизация в промышленности. 2013. №8. С. 43-46.