

Ю. В. Козадой

## Обобщение интеграционных решений в МИС Интерин PROMIS

Аннотация. Статья описывает типовые процессы интеграции в Медицинской Информационной Системе. Рассмотрены распространенные ошибки, типичные модели интеграции, а также произведена классификация интеграционных процессов.

### 1. Введение

При информатизации медицинского учреждения зачастую встает задача каким-то образом объединить данные, получаемые от используемых информационных систем (ИС) различной специализации и различных разработчиков. Проблема интеграции встает тем острее, чем более жесткие требования (по скорости взаимодействия, по надежности, по объемам данных и т.п.) предъявляются к объединению данных.

Институт программных систем, занимаясь разработкой информационных систем для медицинских учреждений, в своей деятельности постоянно сталкивается с задачей совместного использования данных несколькими информационными системами.

Подходы к решению могут быть разными.

По результатам обобщения ряда внедрений интеграционных механизмов, объединяющих различные системы медицинской и немедицинской направленности, типовой процесс интеграции медицинской информационной системы (МИС) можно свести к следующей схеме:

- определение типа интеграции по ряду классификаций;
- выбор транспортного агента и формата;
- реализация механизма интеграции;
- реализация обработки ошибок в данных;
- утверждение регламента интеграции и разделение ответственности.

Такая схема обобщена по результатам МИС Интерин, а также по наблюдениям процессов интеграции, реализованных в системах,

замещенных модулями МИС Интерин, либо в системах, взаимодействующих с ней. При ознакомлении с материалами об интеграции других МИС также не наблюдается противоречия этой схемы с реализованными решениями.

Далее рассматриваются подробно указанные этапы, а также некоторые особенности процессов интеграции.

## **2. Классификация интеграций**

По типам взаимодействия можно выделить несколько классификаций интеграции.

### **2.1. Односторонняя и двусторонняя интеграции**

Одним из определяющих признаков интеграции является то, односторонней, двусторонней или многосторонней является передача.

Наиболее простым типом является односторонняя интеграция, когда происходит выгрузка (или загрузка) данных из одной системы в другую. В этом случае, интеграция происходит лишь на уровне данных и может вообще, говоря формально, рассматриваться только для одной системы — например, в случае, когда интегрируемая система целиком формирует файл БД для интегрирующей системы, после чего в интегрирующей системе производится подмена файла, сама же она процесса интеграции «не замечает». Примером такой интеграции может служить «включение» в процесс информационного обмена старой замкнутой системы, эксплуатирующейся в медицинском учреждении путем автоматизированного искусственного создания среды, в которой она работает.

В случае, когда необходимо производить интерактивный обмен данными, или не только осуществлять передачу, но и производить контроль такой передачи, используется двусторонняя интеграция, когда активными участниками процесса выступают обе системы. В этом случае при обмене данными одна система может реагировать на события, произошедшие (или вызванные) в другой системе. Так например, в случае с интеграцией на основе обмена сообщениями с подтверждением системой принятия сообщения интеграция уже является двусторонней. Двусторонняя интеграция характерна и для случаев, когда системы оперируют одной областью данных (например, списком пациентов), причем, как в случае, когда список ведется только в одной

из систем, так и при синхронизации списков обеих систем в реальном времени. В качестве примера можно рассмотреть интеграцию с диагностическим или лабораторным оборудованием (либо системой), когда из МИС поступает направление на проведение исследования, а в ответ направляется результат исследования.

Возможно и большее количество активных сторон в интеграции двух и более систем.

Для эффективного контроля результатов интеграции и работы ее механизма представляется верным использовать, как минимум, двусторонний тип интеграции, поскольку односторонние процессы не позволяют успешно бороться с целым рядом проблем, изложенных ниже.

Стоит заметить, что параллельно может быть организовано несколько процессов интеграции систем, использующих один общий механизм интеграции. Такой способ довольно эффективен, поскольку контроль, как правило, необходим общий для всех процессов интеграции, а спроектированный с учетом такой работы транспортный агент может обслуживать несколько процессов интеграции одновременно. В этих случаях двустороннюю интеграцию корректно рассматривать как двустороннюю в пределах одного процесса интеграции. Пример такой интеграции — механизм обмена сообщениями с, к примеру, экономической системой, где один тип сообщений обеспечивает синхронизацию списка договоров в МИС и экономической системе, а другой тип сообщений направляет информацию об оказанных услугах из МИС для формирования счетов.

## **2.2. Интеграция с медицинскими и немедицинскими системами**

Зачастую имеет значение, с медицинской или немедицинской системой производится интеграция. При интеграции с медицинской системой часто данные, передаваемые в рамках интеграции, являются элементами неких лечебно-диагностических мероприятий [1]. В таких случаях, как правило, к интеграции предъявляются более строгие требования — большую важность приобретает время реакции системы на запрос, общее время обмена информацией, защищенность от потери и искажения данных и т.п. Интеграция же с немедицинской системой, как правило, не проводится в режиме реального времени,

поэтому периоды между обменом данными могут быть более длительными, и обмен данными, зачастую, носит односторонний характер.

Примером интеграции с медицинскими системами могут служить взаимодействие МИС с лабораторными системами, с диагностическим оборудованием, со сторонними МИС и т.п. Требуется постоянная актуализация данных, поскольку в один день пациент может быть внесен в МИС, и пройти обследование, для чего, к примеру, данные о нем должны в тот же день быть реплицированы в диагностической системе.

Наиболее распространенными примерами интеграции МИС с немедицинскими системами является интеграция на уровне экономических подсистем, систем материального учета и пр. В таких примерах редко требуется актуализация раз в сутки, или чаще — как правило, актуализация информации требуется несколько раз в месяц, для составления отчетности и т.п.

### **2.3. Автоматизированная и неавтоматизированная интеграция**

Интеграцию ИС можно классифицировать как либо автоматизированный процесс, либо процесс, где присутствует ручное оперирование данными, которыми обмениваются системы. Примерами могут являться интеграции с лабораторными системами (как правило, автоматизированные) и интеграции с немедицинскими организациями, в частности, со страховыми компаниями (часто реализованными в виде автоматической обработки данных, введенных вручную).

Качественное различие типов заключается в уровне адаптации внешних данных в МИС. В случае, когда процесс обмена данными полностью автоматизирован, ошибок адаптации данных, во-первых, обычно бывает существенно меньше, а, во-вторых, они носят систематический характер, что позволяет диагностировать причину ошибок и более эффективно их устранять, либо адаптировать МИС к обработке таких ошибок.

Опыт использования различных решений интеграции показывает, что при обработке ошибок в данных автоматизированного взаимодействия как число ошибок, так и количество разновидностей этих ошибок в несколько раз ниже, чем при обработке данных, вводимых

вручную. В частности, при обработке полученных от страховых компаний списков прикрепленных по ДМС пациентов, те списки, которые составлялись автоматизированно в информационных системах страховых компаний, потребовали 2–3 итерации разработки механизма интеграции, после чего обработка списков велась сотрудниками лечебного учреждения систематически в штатном режиме. Те же списки, которые составляются страховыми компаниями вручную, регулярно вынуждают персонал затрачивать время на анализ и исправление новых ошибок в этих списках — даже после нескольких итераций разработки механизма интеграции.

## 2.4. Наличие обратной связи

Существенным различием в процессах интеграции является наличие/отсутствие обратной связи со стороны интегрируемой системы. Под обратной связью здесь понимается возможность получения информации и возможность влиять на механизм интеграции со стороны интегрирующей системы.

В случае, когда обратная связь отсутствует, организация взаимодействия ограничена пересечением возможных механизмов интеграции, доступных в системах, а обработка ошибок, как правило, возможна только в варианте адаптации системы к систематизированным ошибкам.

Примерами систем без наличия обратной связи могут служить системы:

- поддержка которых прекращена,
- которые находятся вне сферы влияния,
- архитектура которых не допускает изменений.

Системы с наличием обратной связи, как правило, позволяют строить более совершенные механизмы интеграции за счет своей адаптивности.

## 3. Транспортный агент и форматы

Важным моментом при построении интеграции является правильный выбор транспортного агента и формата данных. Под транспортным агентом здесь подразумевается технический набор средств, позволяющий осуществлять физическую передачу данных из одной системы в другую.

Транспортный агент и формат данных необходимо выбирать, исходя из типов по указанным классификациям, а также с учетом специфики данных. Так например, для автоматизированных систем эффективным является выбор агента, основанного на стандартном протоколе передачи данных (к примеру, ODBC) между базами данных интегрируемых систем. В частности, при интеграции с диагностическим оборудованием либо системой, целесообразно поддерживать постоянную возможность связи по какому-либо протоколу. Однако, в случае, если данные вручную формируются во внешней системе, либо если требуется поддерживать возможность принять квант данных, составленный вручную, то может оказаться удобнее выбрать менее технологичный, а то и вовсе нестандартный транспортный агент. Например, при работе со страховыми компаниями, для обработки списков прикрепленных по ДМС пациентов, применялись в качестве транспортного агента файлы Microsoft Excel. Это позволило совместить автоматизированное формирование таких файлов в одних страховых компаниях и формирование таких файлов вручную в других.

От транспортного агента также может зависеть скорость обмена данными при интеграции, надежность механизма интеграции, доступная полнота контроля механизма и многое другое.

В качестве транспортного агента при интеграции МИС наиболее корректным принято считать обмен сообщениями с использованием стандарта HL7. Необходимо заметить, что ряд медицинского оборудования поддерживает этот стандарт. Это особенно характерно для зарубежного оборудования, поскольку стандарт HL7 получил заметное распространение в ряде стран, в частности, в странах Европы и в США.

Поскольку применимость HL7 для всей отечественной системы здравоохранения неочевидна, а специалисты, имеющие навык работы с HL7 в России пока редкость, многие ставят под сомнение целесообразность интеграции на основе HL7. Тем более, что огромная доля подсистем, разработанных и эксплуатирующихся в различных медицинских учреждениях продолжительное время, были спроектированы без поддержки HL7. Однако, из стандарта HL7 можно почерпнуть ряд полезных идей и принципов. Так механизм обмена сообщениями представляется наиболее предпочтительным, даже если эти сообщения специфичны для некоей конкретной интеграции. Такой тип транспортного агента являет собой один из лучших способов

доставки данных и контроля с обеспечением разграничения ответственности на каждой стадии, описанной ниже.

#### 4. Безопасность

Одной из главных проблем при интеграции информационных систем является проблема безопасности. Как правило, требуется защищать и транспортный агент, который физически передает данные, и каждую из интегрируемых систем. За исключением случаев, когда в рамках интеграции разрабатывается новый специфический транспортный агент, для каждого вида агентов существуют типовые решения для защиты, либо известно, что выбранный агент защите не поддается. Внимание следует уделить следующим аспектам:

- Необходимо обеспечить безопасность данных, передаваемых транспортным агентом.
- Данные, отраженные в интегрированной системе, защищаются средствами этой системы. Таким образом, если защищенная система интегрируется с системой, обладающей менее эффективной защитой, то данные, которые в рамках интеграции могут быть переданы между системами, следует считать защищенными на уровне менее защищенной системы.

В то время, как транспортный агент возможно защитить как техническими средствами (например, шифрование, ограничение доступа к каналу передачи и пр.), так и административными (например, организационно ограничить доступ к оборудованию, осуществляющему передачу данных) средствами, возможности защиты системы без наличия обратной связи могут быть весьма ограниченными.

Также при интеграции необходимо проверять подлинность системы, участвующей в обмене данными.

#### 5. Разграничение ответственности

Непременным элементом построения интеграции является разграничение ответственности за процесс интеграции между интегрируемыми системами. В общих чертах, процесс интеграции содержит:

- подготовку данных для передачи системой А;
- отправка данных системой А;
- передача данных от системы А к системе Б;
- прием данных системой Б;

- сохранение полученных данных в структуре системы Б;
- отправка подтверждения принятия данных из системы Б в систему А;
- передача подтверждения от системы Б к системе А;
- прием подтверждения системой А.

Каждый из этих этапов должен попадать под ответственность какой-либо из систем. Трудоемкость выявления системы, допустившей ошибку при передаче данных, напрямую зависит от количества этапов, ответственность за которые разделяется между системами.

## 6. Обработка ошибок

При интеграции систем неизбежно возникают ошибки в данных, передаваемых в рамках интеграции. Ошибки можно разделить на типы:

- Ошибки, возникающие вследствие несоответствия моделей, архитектур, либо структур систем и данных в системах. Такие ошибки возникают при некорректной проекции данных одной системы на другую систему. Чаще всего, это следствие недостаточной проработанности механизма интеграции. Некоторые из таких ошибок можно обрабатывать за счет сопоставления и вычисления, как описано далее.
- Ошибки, возникающие при некорректности данных. Иногда такие ошибки считаются допустимыми при функционировании внутри отдельной системы, поскольку в ней не происходит столкновения корректных и некорректных (либо некорректных с обеих сторон) данных, что проявляется при интеграции.
- Ошибки дублирования данных. Такие ошибки несут определенные проблемы даже внутри отдельной системы, однако, при интеграции сложность проблемы значительно вырастает.

Следует заметить, что поскольку процесс интеграции ИС практически всегда основан на обмене данными, то многие ошибки можно выявить, описать и устранить на основе нормальных форм, используемых в теории баз данных. Рассматривая интегрированные системы как целую БД, проводя параллели между понятиями БД и данными в

процессе интеграции, можно выявить источник ошибок путем вычисления нарушений нормальных форм. То есть, даже если в интегрируемых системах не соблюдаются нормальные формы, соблюдение их (хотя бы первых трех) в механизме интеграции может сократить количество ошибок и привести к более эффективному функционированию. Подход представляется интересным для исследования, поскольку в случае корректного нахождения аналогий и применения нормальных форм, общий принцип нормализации можно использовать для построения эффективного механизма интеграции.

## **7. Регламент процедуры обмена данными и временные интервалы**

При интеграции систем практически всегда рассматривается вопрос о том, как часто, и в каких случаях, должны попадать данные из одной системы в другую. Можно выделить здесь три модели поведения:

- передача данных через определенные временные интервалы;
- передача данных по определенному событию;
- передача данных по запросу.

Возможны и другие, специфические модели поведения при обмене данными. Далее рассматриваются указанные три модели.

### **7.1. Передача данных через определенные временные интервалы**

Эта модель, как правило, реализуется для систем, работающих параллельно на основе неких данных, передача которых лежит в основе интеграции. При таком подходе каждый временной интервал системы начинают с одинаковым синхронизированным набором данных, предполагая, что изменение этих данных в течение временного интервала не имеет значения для процессов, протекающих внутри системы. Этот подход считается одним из наиболее простых, что приводит к частому его применению. Однако, такая модель наиболее подвержена возникновению ошибок, поскольку лишь немногие интеграции действительно абсолютно не зависят от изменения данных в течение временного интервала. Наблюдения показывают, что при достаточно активной работе учреждения в сфере, затрагивающих область данных, участвующую в процессе интеграции, значимые изменения, все же, регулярно случаются. Причем, чем больше временной

интервал, тем больше ошибок возникает при обмене данными. Проблема заключается в том, что несмотря на длину интервала, которую диктует непосредственно процесс, участвующий в интеграции, в системе могут быть другие процессы, косвенно использующие эти данные, причем эти процессы рассчитаны на совершенно иной временной интервал дискретизации. Опыт внедрения показывает, что временные интервалы следует выбирать минимальные из возможных, а при наличии возможности, в большинстве случаев — вовсе отказаться от данной модели в пользу передачи данных по определенному событию.

Примером может служить ежедневная выгрузка данных о пациентах в специализированную систему скорой помощи.

## **7.2. Передача данных по определенному событию**

Данная модель часто используется в случаях, когда в процессе обмена данных передается не сам общий набор данных, а информационные объекты [2], построенные на основе этих данных. В этом случае, как правило, требуется передать, во-первых, не только сами данные, а и связь между ними, а, во-вторых, данные необходимо передать целым набором, а частичная передача однотипных данных не дает нужного результата. Кроме того, эта модель более удобна для контроля передачи, поскольку данные поступают отдельными квантами, которые можно протоколировать.

Модель предполагает равномерную нагрузку, поскольку однотипные события в лечебных процессах обычно не обладают сильной плотностью для создания пиковых нагрузок на транспортный агент.

Эта модель наиболее подходит для механизма интеграции на основе обмена сообщениями, преимущества которой описывались выше.

Преимуществом также является асинхронность передачи данных с их востребованностью. Так, данные подготавливаются для передачи максимально рано, и могут быть востребованы как только их доставит транспортный агент.

Недостатком модели является ее непригодность при передаче интенсивного постоянного потока элементарных данных, даже при их небольшом совокупном объеме.

Примером такой модели являются практически все интеграции с медицинским оборудованием.

### 7.3. Передача данных по запросу

Передача данных по запросу является, в общем случае, моделью, наиболее эффективно использующей транспортный агент. При такой модели взаимодействия данные передаются только по требованию системы, причем, с указанием в запросе заявки на конкретные данные. Это минимизирует нагрузку на транспортный агент в целом, однако, может создавать значительную пиковую нагрузку в момент запроса. Следовательно, такая модель оптимальна при достаточно малой пиковой нагрузке в момент запроса.

Недостатком модели является зависимость от работоспособности транспортного агента в момент запроса. Так, если транспортный агент в момент запроса не может доставить данные, то ожидание данных равносильно ожиданию транспортного агента. Предпочтительнее случай, когда получение данных происходит заблаговременно.

Примерами для этой модели являются некоторые интеграции с лабораторными системами, которым периодически требуется запрашивать дополнительные данные о пациенте.

### 7.4. Регламент передачи данных

Выбранная модель с указанием ее параметров должна быть описана в соответствующем регламенте и утверждена заинтересованными сторонами — как правило, представителями от разработчиков интегрируемых систем и медицинских учреждений.

## 8. Пересечение интегрируемых систем

В ряде случаев интегрированные системы могут пересекаться в сфере действий. Например, за счет интеграции систем, можно в одной системе по данным, доступным с помощью интеграции, строить отчетность, которая отражает деятельность другой системы. Это особо актуально при интеграции с системами без наличия обратной связи. В частности, за счет интеграции с системой, поддержка которой прекращена, можно развивать дополнительный функционал, недоступный в исходной системе.

## 9. Различия в представлениях данных

Неприятной особенностью является такая интеграция, при которой одни и те же данные требуется представлять в различной форме. В частности, это относится к большим системам, охватывающим разные подразделения учреждения. Различные подразделения могут оперировать одними исходными данными, представляя их в различных формах. Например, наименование договора, либо услуги, может по ряду причин иметь различное написание, или даже обозначение.

## 10. Сопоставление и вычисление данных

При интеграции систем часто возникает задача сопоставления данных. Это относится к случаям, когда одни и те же данные параллельно ведутся в интегрируемых системах, и обмен данными содержит в себе некую проекцию данных и их отношений из одной системы в другую. В ряде случаев возможно из схемы данных и административных регламентов вычислить однозначное соответствие. Однако, в некоторых случаях, набор данных, которые может предоставить одна система, меньше набора данных, необходимых для создания (или идентификации) информационного объекта [3] в другой системе. В таком случае необходимо либо пытаться выполнить вычисление требуемых данных, либо административно определить процесс дополнения набора данных до требуемого.

Например, из лабораторной системы можно извлечь данные о проведенном исследовании пациента, в которых, однако, отсутствует информация о договоре на ДМС, по которому была оказана такая услуга. Учитывая, административно утвержденную невозможность оказания услуг пациенту одновременно по нескольким договорам ДМС, есть возможность вычислить договор, по которому была оказана услуга, после чего использовать эту информацию для предоставления отчетов в страховую компанию.

Необходимо отметить, что некоторые данные могут быть как сопоставлены, так и вычислены. В этом случае, не всегда однозначно следует выбирать сопоставление — есть вероятность, что данные, вычисляемые внутри МИС, могут оказаться более корректными, либо более удобными для использования в системе. Выбор метода дополнения данных необходимо определить на основе анализа репрезентативной выборки данных, на которых основана интеграция.

## 11. Основные проблемы интеграции в МИС

Исходя из вышеописанного, можно выделить ряд общих проблем, возникающих при интеграции в МИС:

- использование закрытых, не описанных форматов;
- ошибки операторов систем;
- зависимость от технического обеспечения связи ввиду физической удаленности систем;
- необходимость защиты систем и механизма интеграции от угроз безопасности;
- наличие систем без поддержки, и прочих, интеграция с которыми проводится в одностороннем порядке;
- отсутствие регламентов и проблемы с разграничением ответственности за ошибки обмена данными;
- затягивающиеся сроки реализации интеграции ввиду количества участвующих сторон и их инертности;
- необходимость тщательного анализа структур данных, участвующих в обмене в рамках интеграции.

## 12. Вывод

На основе различных интеграций типовой медицинской ИС Интерин PROMIS (разработка ИПС РАН) с лабораторными, диагностическими, экономическими, страховыми и прочими системами, а также со специализированными подсистемами отдельных медицинских учреждений обобщена типовая схема интеграции, которая приведена в начале статьи. При рассмотрении типовых решений учтен и опыт интеграции МИС сторонних разработчиков.

Выделены основные модели интеграции, рассмотрены типичные преимущества и недостатки моделей.

Выявлены и классифицированы наиболее распространенные ошибки в обмене данными интегрированных систем.

Поскольку на данный момент не существует широко распространенной МИС, охватывающих все процессы медицинского учреждения без исключения, вопрос интеграции крайне актуален для любой МИС, внедряющейся в клиниках и больницах. Особо актуален вопрос интеграции при плавном внедрении МИС, когда на время замещения имеющейся подсистемы модулями МИС, требуется сохранить работоспособность новой системы в связке с имеющейся подсистемой.

Из всех означенных типовых процессов интеграции наиболее эффективным в общем случае представляется двусторонняя интеграция систем на основе обмена сообщениями (возможно, стандарт HL7) по модели передачи данных по событию, с учтенными и обоснованными нарушениями аналогий нормальных форм, либо без нарушений оных.

### Список литературы

- [1] Гулиев Я.И., Хаткевич М.И. Процесс и документ в медицинских информационных системах. — Т. 2. — М.: Физматлит: Тр. междунар. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Переславль-Залесский, 2004: В 2 т. / Под ред. С.М. Абрамова. — 169 с. ↑2.2
- [2] Гулиев Я.И., Комаров С.И., Малых В.Л., Осипов Г.С., Пименов С.П., Хаткевич М.И. Интегрированная распределенная информационная система лечебного учреждения (ИНТЕРИН): Программные продукты и системы №3, 1997. ↑7.2
- [3] Малых В.Л., Пименов С.П., Хаткевич М.И. Объектно-реляционный подход к созданию больших информационных систем. — М.: Наука. Физматлит: Программные системы: Теоретические основы и приложения / Под ред. А.К. Айлмазяна, 1999. — 177 с. ↑10

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ ИПС РАН

Kozadoy Yuriy V.. *Integration solutions generalization for the healthcare information system Interin PROMIS // Proceedings of Program Systems institute scientific conference "Program systems: Theory and applications"*. — Pereslavl-Zalenskij, v. 2, 2009. — p. 227–240. — ISBN 978-5-901795-18-7 (*in Russian*).

АБСТРАКТ. The article describes standard integration processes for Healthcare Information System. Common errors, typical integration models marked out and integration processes classification made.