

# Измерения в телекоммуникациях

**Попытаемся построить абстрактную информационную модель системы измерений для телекоммуникационной компании, проведем анализ различных вариантов измерительных процедур и определим возможные варианты их автоматизации.**

В прошлом номере журнала мы рассматривали общие вопросы построения централизованной, унифицированной, интегрированной системы измерений телекоммуникационной компании. Были рассмотрены модель системы эксплуатации, модель системы измерений корпоративного уровня, вариант архитектурного решения системы измерений – как многоуровневую сервис-ориентированную информационную систему. В данной публикации мы не будем говорить о конкретных параметрах измерений, объектах измерений, параметрах измерений и т.д. Каждый из приведенных понятий предметной области будет представлять собой объект информационной модели – сущность. Попытаемся определить основные сущности предметной области, выявить взаимосвязи между ними, формализуем способы измерений, определим возможные уровни автоматизации измерительных процедур, и то, как все это влияет на эффективность служб эксплуатации компании. Иными словами, рассмотрим построение системы измерений с точки зрения системного аналитика.

## **Базовые принципы построения корпоративной системы измерений**

Перед тем, как строить различные модели, следует определить базовые принципы построения корпоративной системы измерений и упрощенную модель архитектуры корпоративной информационной системы компании, которая понадобится в дальнейшем.

Базовыми принципами построения корпоративной системы измерений являются следующие:

- возможности корпоративной системы измерений должны обеспечивать решения всех задач служб эксплуатации компании;
- все объекты телекоммуникационной инфраструктуры компании (которые возможно) необходимо контролировать, тестировать, измерять их параметры;
- технологические процессы измерений должны быть максимально автоматизированы;
- все результаты тестирования, контроля и измерений должны храниться в корпоративном хранилище данных

для дальнейшего анализа, обработки и принятия решений;

- полученные результаты измерений от множества различных разнотипных измерительных средств должны быть унифицированы;

- система измерений должна обеспечивать взаимодействие и обмен информацией с другими информационными системами компании, как для получения необходимой информации от них, так и для предоставления данных по измерениям другим системам.

Потребителями результатов измерений могут быть:

- пользователи – персонал соответствующих служб;
- информационные системы – внешние по отношению к системе измерений.

Упрощенная модель архитектуры корпоративной информационной системы компании можно представить на рис. на стр. 41.

Из корпоративной информационной системы (КИС) компании мы отдельно выделили систему измерений (СИ) со своим хранилищем данных измерений и клиентами системы измерений. Подразумевается, что система измерений обеспечивает все возможные функции по автоматизации процессов измерений, интеграцию и взаимодействие с множеством средств измерений для всех объектов измерений (ОИ).

Остальные информационные системы компании в данном случае

объединены, и подразумевается, что информационные системы КИС решают все задачи по автоматизации процессов деятельности компании. Информационные системы КИС также имеют свое хранилище данных и для каждой из ИС существуют свои клиенты (клиенты КИС). В дальнейшем изложении важным элементом будет человек, поэтому его мы также представили на модели.

В качестве отдельного элемента модели выделены объекты измерений.

Уделим основное внимание вопросу взаимодействия системы измерений с объектами измерений с учетом всевозможных способов выполнения измерительных процедур. Эти взаимосвязи показаны красной стрелкой.

**Методологическая информационная модель системы измерений**

Методологическая информационная модель системы измерений, представленная на рис. на стр. 42., включает основные сущности и связи между ними на общем методологическом уровне процессов измерений, без учета каких-либо конкретных особенностей либо возможностей средств измерений.

Основными сущностями данной модели являются:

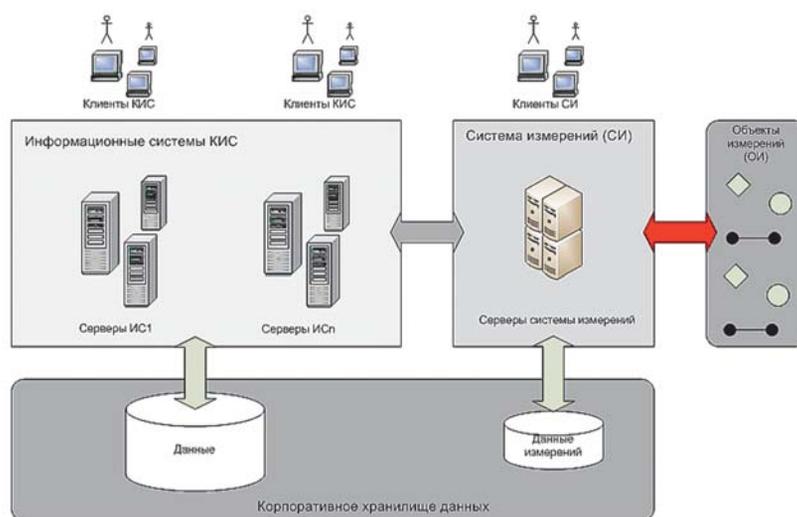
- **Службы** (подразделения) компании, которые причастны к каким-либо процессам измерений. Данная сущность определяет список всех служб/подразделений, которые должны решать определенные задачи эксплуатации, и для выполнения последних им необходимо выполнять какие-либо измерительные процедуры либо выполнять обработку результатов измерений, которые исполняли другие службы или подразделения. Степень детализации элементов данного списка будет зависеть от функционального разделения в организационно – управленческой инфраструктуре компании. Примерами служб/подразделений могут выступать, например:

- операторская служба бюро ремонта;
- диспетчерская служба бюро ремонта;
- кабельные подразделения;
- служба мониторинга состояния кабельной сети.
- **Объекты** измерений. Под объектами измерений понимаются объекты телекоммуникационной инфраструктуры, которые необходимо контролировать, тестировать, измерять какие-либо параметры. Степень детализации объектов измерений определяется наличием у конкретного объекта каких-либо параметров, которые каким-либо способом возможно измерить, протестировать или проконтролировать. Примерами объектов измерений могут быть, например:
  - абонентская пара;
  - кабель;
  - кабельная сеть;
  - станционное оборудование;
  - абонентское оборудование;
  - цифровой канал ADSL;
  - DSLAM;
  - модем.
- **Задачи** эксплуатации. Под задачами эксплуатации понимается список задач, которые должны выполнять службы эксплуатации, и для которых необходимо проводить какие-либо измери-

тельные процедуры либо выполнять обработку и анализ результатов измерений. Примерами задач эксплуатации могут быть, например:

- оперативные измерения параметров абонентской пары;
- мониторинг состояния параметров кабельной сети;
- поиск неисправностей, определение характера и места повреждений;
- паспортизация объектов с точки зрения возможности предоставления услуг (например, ADSL).
- **Методики** измерений. В общем случае для решения каждой из задач службы эксплуатации должна использоваться формализованная методика измерений, обработки и анализа результатов измерений. Данные методики должны основываться на различного рода нормативных документах, стандартах, руководящих документах компании. Данная сущность определяет список методик, включающий все возможные методики измерений, контроля, тестирования всех объектов измерений. Примерами методик могут быть:
  - методика оперативных измерений для объекта;
  - методика мониторинга состояния для объекта;
  - методика поиска и устранения неисправностей.

Упрощенная модель архитектуры корпоративной информационной системы компании



• **Параметры** измерений. Данная сущность определяет обобщенный список всевозможных параметров, которые можно измерить, протестировать либо контролировать для всех объектов телекоммуникационной инфраструктуры компании. Например:

- постороннее напряжение;
- сопротивление изоляции;
- емкость;
- сопротивление шлейфа;
- скорость передачи канала связи;
- затухание в линии связи;
- количество ошибок передачи.

• **Тесты.** В общем случае любая измерительная процедура заключается в выполнении какого-либо измерительного теста. Выполнение одного теста может включать измерение одного либо нескольких параметров. При этом одни и те же параметры могут входить в различные тесты. На уровне теста может проводиться диагностика состояния объекта измерений. Для тестов можно ввести дополнительные характеристики, которые влияют на возможности автоматизации выполнения теста:

• **Оперативность.**

Оперативность характеризует тест с точки зрения скорости получения результатов. Тесты могут иметь следующие характеристики оперативности:

- **оперативный** – определяет возможности получения результатов теста в режиме: сделали запрос – получили результат (режим online).

- **процедурный** – для проведения теста необходимо выполнить определенную технологическую процедуру (например, для тестирования сопротивления шлейфа нужно выполнить вызов абонента, а потом провести измерение сопротивления шлейфа);

- **ручной** – тестирование параметров можно выполнить только в ручном режиме.

• **Тип теста.**

Тип теста может определять количество возвращаемых параметров и способ их получения. Тесты могут быть следующих типов:

- **одиночный** – результатом одного теста может быть только один параметр;

- **групповой** – результатом одного теста является множество параметров;

- **композитный** – результатом теста является множество параметров, но для их получения необходимо выполнить определенное количество тестов или команд.

Мы рассмотрели отдельно основные сущности методологической информационной модели системы измерений, и теперь рассмотрим взаимосвязи между ними.

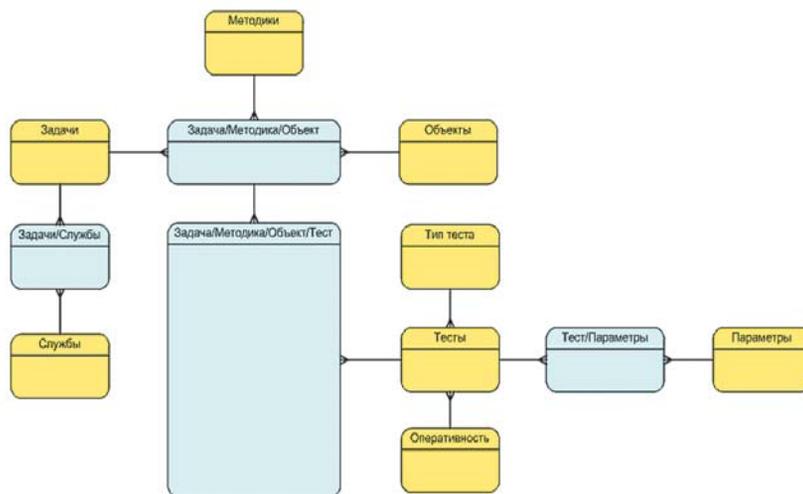
Сущность **Задачи/Службы** определяет множественные отношения между сущностями **Задачи** и **Службы**. С одной стороны, одни и те же задачи могут выполняться в различных службах, подразделениях компании, с другой – для каждой службы необходимо формализовать все задачи, связанные с измерениями, которые данная служба должна выполнять в процессе своей деятельности. Формальное описание взаимосвязей между данными сущностями важно по следующим причинам:

• во-первых, такое формальное описание, с одной стороны, позволяет выяснить, все ли задачи связаны с какими-либо службами/подразделениями, иными словами – есть ли кто-то, кто будет решать каждую из задач; с другой стороны, позволит выяснить дублирование задач различными службами/подразделениями, что, зачастую, снижает эффективность работы каждого из подразделений компании. Оптимальное распределение задач между службами является очень важным фактором, определяющим эффективность работы всей службы эксплуатации компании в целом.

Исходя из практики анализа деятельности служб эксплуатации некоторых телекоммуникационных компаний, можно отметить, что данному вопросу распределения задач между различными подразделениями уделяется не очень много внимания, и зачастую отдельные задачи вообще никто не выполняет; некоторые задачи возложены на подразделения, у которых достаточно много других задач, и им просто физически не хватает времени заниматься отдельными проблемами; некоторые задачи дублированы между различными подразделениями, у которых, к тому же, могут быть различные подходы и средства решения задач, и в итоге полученные результаты могут иметь различную полноту, точность и применимость для дальнейшего анализа, обработки и принятия решений.

• Во-вторых, оптимальное распределение задач между службами

Методологическая информационная модель системы измерений



позволит эффективно распределить как специалистов соответствующей квалификации, так и необходимые технические средства, причем и те и другие в настоящее время являются достаточно ограниченными и дорогостоящими ресурсами.

- В-третьих, действенное решение задач эксплуатации и результативная деятельность соответствующих подразделений в итоге определяет эффективность всей службы эксплуатации компании.

Сущность **Задача/Методика/Объект** позволяет формально описать для каждой из задач эксплуатации, какие объекты измерений необходимо контролировать, тестировать, измерять, и согласно каким методикам это необходимо делать. Данная сущность также позволит формально определить, все ли объекты задействованы в задачах эксплуатации, и если нет, то, возможно, нужно дополнить список задач, при этом также необходимо будет связать новую задачу с соответствующим подразделением компании. Данная сущность также может выявить наличие или отсутствие соответствующих методик измерений для решения конкретных задач либо методик контроля, тестирования, измерений конкретных объектов.

Данная сущность также является достаточно важной именно на методологическом уровне рассмотрения процессов измерения и деятельности службы эксплуатации компании.

Вопросу отношения задач, методик и объектов также, в силу различных причин, не уделяется достаточно внимания.

Существуют различные стандарты, руководящие документы, инструкции, методики, о которых все знают, что они существуют, но зачастую специалисты и руководители подразделений эксплуатации эти документы никогда не видели.

Каждая компания имеет свою телекоммуникационную инфраструктуру объектов и поставленные задачи по эк-

сплуатации для соответствующих служб. Также существует множество нормативных документов, связанных с измерениями. Если попытаться построить взаимосвязи по данной сущности, то можно получить достаточно полную и реальную картину текущего состояния отношений между задачами, методиками и объектами.

Коротко рассмотрим связь между тестами и параметрами – сущность **Тест/Параметры**. Данная сущность определяет то, какие параметры измерений в какие тесты входят. Данная взаимосвязь имеет большое значение с точки зрения автоматизации исполнения теста. Здесь нужно учитывать несколько моментов. С одной стороны, для решения конкретной задачи можно формализовать один тест, который будет включать все множество параметров, которое хотелось бы получить при измерении. Однако исполнение такого теста невозможно провести оперативно или выполнить его автоматизированным способом. С другой стороны, есть реальные возможности технических средств измерений, которые технически могут диктовать конфигурацию (множество) параметров для конкретных тестов. Кроме того, сама измерительная процедура может по технологическим особенностям ее проведения влиять на отношение тест/параметры.

Поэтому формализация тестов и взаимоотношений тестов и параметров является творческим процессом, в котором нужно учитывать множество факторов: и задачи, и методики, и процедуры измерений, и реальные возможности технических средств измерений, а также учитывать оперативность получения результатов и типы возможных тестов. От того, как будут формализованы тесты, в большой степени будет зависеть уровень автоматизации процессов и процедур измерений, и, как следствие, эффективность работы персонала и всей службы эксплуатации в целом.

И, наконец, самая важная сущность в данной методологической модели – сущность **Задача/Методика/Объект/Тест**. Данная сущность формализует и связывает в единое целое всю цепочку – задачи эксплуатации, объекты измерений, методики, по которым необходимо проводить контроль, тестирование, измерения, конкретные тесты, которые необходимо выполнять для решения поставленной задачи и параметры, которые необходимо контролировать, тестировать, измерять. А учитывая еще взаимосвязь **Задачи/Службы**, можно определить соответствующие службы или подразделения компании, которые должны выполнять надлежащие задачи.

Таким образом, построив приведенную методологическую модель системы измерений и формализовав каждую из сущностей, мы сможем получить все взаимосвязи по цепочке службы – задачи – методики – объекты – тесты – параметры. Это может позволить получить полную картину: кто должен выполнять, какие задачи, на основании каких методик, для каких объектов, какие тесты и какие параметры должны быть проконтролированы, протестированы и измерены.

Возможно, если реализовать приведенную методологическую информационную модель в виде базы данных, наполнить все сущности конкретными данными для определенной компании, то можно будет проводить достаточно интересные исследования по анализу полноты и эффективности работы всей службы эксплуатации. Анализ полученных цепочек может позволить выявить проблемы, дублирования, несоответствия между реальными задачами, службами, методиками, объектами, тестами, параметрами.

Кроме того, например, обеспечив доступ к определенной базе данных средствами корпоративного вебсайта, такая БД может быть по-

лезна как методологическая поддержка в текущей работе всему персоналу всех служб и подразделений, которые связаны с эксплуатацией и измерениями – начиная от операторов, инженеров и заканчивая руководителями.

Создание такой базы данных – достаточно непростое и хлопотное занятие. Однако возможно имеет смысл на корпоративном уровне формализовать и унифицировать все вопросы, связанные с измерениями и эксплуатацией, чтобы все знали, какие задачи они должны выполнять и пользовались одними и теми же методиками для тестирования, контроля и измерения конкретных объектов, а также проводили необходимые тесты, получали нужные параметры, выполняли анализ, обработку результатов и принимали соответствующие решения.

Формализация и унификация всех вопросов, связанных с измерениями и эксплуатацией имеет также большое значение при построении корпоративной системы измерений, которая призвана автоматизировать процессы контроля, тестирования и измерения параметров каждого из объектов телекоммуникационной инфраструктуры компании, а также влияет на выбор соответствующих технических средств измерений.

С этой точки зрения важными факторами являются:

- распределение задач между подразделениями. Это определяет, какие средства и функции системы измерений необходимо обеспечить для конкретного подразделения, и какие права на доступ к информации и права на выполнение каких операций (тестов) необходимо предоставить потребителям (пользователям либо внешним информационным системам). Это важно еще и по той причине, что измерительные средства – достаточно ограниченный ресурс, и для эффективного их использования необходимо ограничить круг тех потребителей, которым доступ

к этим ресурсам действительно необходим для их работы.

- В зависимости от задач и методик измерений, необходимо обеспечить поддержку соответствующих технологических процессов измерений, обеспечивать соответствующую обработку и анализ результатов измерений.

- Задачи и методики измерений определяют выбор соответствующих технических средств (измерительных приборов). Характеристики последних определяют как возможности проведения нужных тестов и получения необходимых параметров, так и возможности автоматизации измерительных процедур с использованием данных приборов.

В качестве примера важности выбора измерительных приборов можно привести задачу проведения массовых верификационных измерений абонентских линий для анализа возможности предоставления услуг ADSL, особенно в период массового внедрения данных услуг оператором связи.

С точки зрения методики измерений для данной задачи, необходимо проводить измерения частотных характеристик абонентских пар в широкой полосе частот. Согласно классическим методикам измерений частотных характеристик линии необходимо проводить измерения с двух концов абонентской линии (с одной стороны устанавливается генератор, с другой – анализатор). С учетом специфики данной измерительной процедуры (установка приборов с двух сторон), обеспечить ее автоматизацию и массовость весьма проблематично. Однако существуют методики и приборы, которые позволяют проводить данные измерения с одной стороны. И уже сам факт возможности измерения частотных характеристик линии с одной стороны, даже с возможными ограничениями и при наличии соответствующих приборов, позволяет решить как проблему автоматизации, так и проблему массовости проведения измерительных процедур для данной задачи.

В заключение рассмотрения методологической информационной модели системы измерений, отметим, что все задачи, связанные с измерениями и эксплуатацией решает каждая телекоммуникационная компания. У любой компании есть соответствующие службы, перед которыми стоят свои задачи по тестированию, контролю и измерениям параметров телекоммуникационных объектов.

Уровень эффективности деятельности служб эксплуатации у каждой компании свой. Но совершенствованию нет пределов.

Приведенная модель – достаточно абстрактная, упрощенная и, возможно, весьма спорная. Однако она позволяет при творческом подходе, возможностях и желании проанализировать текущее состояние полноты каждой из сущностей модели и эффективность взаимосвязей между ними в конкретной компании.

Возможно, удастся найти скрытые резервы для совершенствования. И хотя приведенная модель абстрактная, но она затрагивает абсолютно реальные вопросы, а возможно и проблемы, связанные с измерениями и построением эффективной службы эксплуатации.

### **Способы измерений и уровень автоматизации**

Рассмотрим возможные способы проведения измерительных процедур и то, как эти способы влияют на уровень автоматизации процессов измерений.

Способы и варианты проведения измерительных процедур, варианты носителей результатов измерений, а также схемы поступления информации о результатах измерений в корпоративное хранилище системы измерений представлены на рис. на стр 45.

Измерительные процедуры зависят от задач, которые необходимо решать, от методик проведения измерительных процедур, от объектов измерений, от используемых технических средств из-

мерений, которые и определяют в итоге, какие тесты можно проводить, какие параметры возможно измерить.

Измерительные процедуры можно проводить двумя способами.

Первый – с участием человека в процессе управления процедурой измерения и сохранения результатов на каком либо носителе. Носителями информации (результатов измерений) могут быть:

- бумажный носитель – отчет о проведенных измерениях;
- портативный измерительный прибор. Измерительные приборы в своем большинстве имеют возможности сохранять результаты измерений в своей внутренней памяти;
- переносной компьютер. Многие измерительные приборы имеют в своем составе дополнительное программное обеспечение, которое функционирует на компьютерах (персональных либо переносных). С помощью данного программного обеспечения можно управлять самим прибором, а также сохранять на диске компьютера результаты измерений.

Эти варианты обозначены на рисунке соответственно цифрами 1,2,3. Для них уровень автоматизации является очень низким. Фактически возможно автоматизировать только процесс загрузки результатов измерений в корпоративную систему измерений с соответствующих носителей информации.

Для ввода информации с бумажных носителей должны быть предусмотрены соответствующие формы для ввода данных. Для ввода информации с приборов должны быть предусмотрены необходимые интерфейсы (аппаратные и программные) для подключения устройства к системе измерений, а также средства загрузки, конвертации и унификации результатов измерений для каждого из типов приборов. Для ввода информации посредством переносных компьютеров должны быть предусмотрены средства загрузки, конвертации и унификации ре-

зультатов измерений для каждого из типов форматов данных.

Второй способ проведения измерительных процедур – участие человека (на рисунке – вариант 4). В этом варианте управление измерительной процедурой выполняет система измерений, а человек с ней взаимодействует.

В качестве измерительных средств должны применяться измерительные приборы (обычно стационарные), которые имеют внешние интерфейсы управления, и которые можно стационарно подключить к системе измерений. В этом случае управление приборами осуществляет система измерений по сети доступа к измерительным средствам, она же получает результаты измерений и сохраняет их в хранилище данных.

К данному варианту можно отнести также специализированные измерительные системы, у которых обычно существует свой управляющий комплекс, который руководит множеством измерительных приборов либо средствами измерения.

В данном случае носителем результатов измерений выступает управляющий комплекс. В зависимости от его возможностей, система измерений может взаимодействовать с ним напрямую, получая результаты измерений непосредственно с него. В иных случаях результаты измерений могут сохраняться на переносном либо персональном компьютере. В этом случае данный вариант можно приравнять к способу 1 (вариант 3). При данном способе проведения измерительных процедур (вариант 4) возможен максимальный уровень автоматизации процессов измерения и, соответственно, максимальный уровень оперативности получения информации, высокая эффективность работы служб эксплуатации.

Учитывая вышеизложенное и рассмотрев способы проведения измерительных процедур в конкретной компании, можно оценить уровень автоматизации процессов измерений и эффективность работы службы эксплуатации компании в целом.

Юрий Сидоренко

Варианты способов поступления информации о результатах в корпоративное хранилище системы измерений.

