

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Кафедра Комутаційних систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КС

В.І. Гостєв

(підпис, ініціали, прізвище)

"__" _____ 2015 року

Сторчак К.П.

(прізвище та ініціали автора)

ЛЕКЦІЯ

з навчальної дисципліни

Комп'ютерні технології вимірювань в телекомунікаціях

(назва навчальної дисципліни)

Тема 1: Вимірювання в телекомунікаціях.

(номер і назва теми)

Заняття 1: Лекція №1

(номер і назва заняття)

Навчальний час – 2 години.

Для студентів інституту (факультету):

Навчально-науковий інститут

Телекомунікації та інформатизації

факультети Інформаційних технологій, Телекомунікацій

Навчальна та виховна мета:

Ознайомити студентів з можливими видами вимірювань в телекомунікаціях.

Обговорено та схвалено на засіданні кафедри

“__” _____ 20__ року Протокол №__

Київ – 2015

Зміст

Вступ.

1. Базові принципи побудови корпоративної системи вимірювань.
2. Методологічна інформаційна модель системи вимірювань.
3. Способи вимірювань і рівень автоматизації.

ЛІТЕРАТУРА

1. А.И. Биргер Техническая диагностика. – М.: Машиностроение, 1978.
2. Тоценко В.Г. Алгоритмы технического диагностирования дискретных устройств. – М.: Радио и связь, 1985.
3. Пацюра И.В., Корнейчук В.И., Довбыш Л.В. Надежность электронных систем. – Світ. Київ, 1997.
4. Техническая диагностика, т.9/Под общ. ред. В.В.Клюева, П.П. Пархоменко – Машиностроение, 1987.
5. А.И. Биргер Техническая диагностика. – М.: Машиностроение, 1978.
6. Тоценко В.Г. Алгоритмы технического диагностирования дискретных устройств. – М.: Радио и связь, 1985.

Наочні посібники

Схеми.

Завдання на самостійну роботу

1. Основні показники надійності невідновлюємих технічних пристроїв.
2. Надійність програмного забезпечення.
3. Структурні схеми надійності.
4. Основи теорії надійності і технічної діагностики.
5. Мета і структура технічної діагностики.

Вступ

У міру ускладнення техніки, розширення областей її використання, підвищення рівня автоматизації, збільшення навантажень і швидкостей роль питань надійності зростає. Їх рішення - одне з основних джерел підвищення ефективності техніки, економії матеріальних, трудових і енергетичних витрат.

Спробуємо побудувати абстрактну інформаційну модель системи вимірювань для телекомунікаційної компанії, проведемо аналіз різних варіантів вимірювальних процедур і визначимо можливі варіанти їх автоматизації.

Кожен з наведених понять предметної області буде являти собою об'єкт інформаційної моделі - сутність. Спробуємо визначити основні сутності предметної області, з'ясувати взаємозв'язки між ними, формалізуємо способи вимірів, визначимо можливі рівні автоматизації вимірювальних процедур, і те, як все це впливає на ефективність служб експлуатації компанії. Іншими словами, розглянемо побудову системи вимірювань з точки зору системного аналітика.

1 ВИМІРЮВАННЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

1. Базові принципи побудови корпоративної системи вимірювань.
2. Методологічна інформаційна модель системи вимірювань.
3. Способи вимірювань і рівень автоматизації.

1. Базові принципи побудови корпоративної системи вимірювань

Перед тим, як будувати різні моделі, слід визначити базові принципи побудови корпоративної системи вимірювань і спрощену модель архітектури корпоративної інформаційної системи компанії, яка знадобиться надалі.

Базовими принципами побудови корпоративної системи вимірювань є наступні:

- можливості корпоративної системи вимірювань повинні забезпечувати вирішення всіх завдань служб експлуатації компанії;
- всі об'єкти телекомунікаційної інфраструктури компанії (які можливо) необхідно контролювати, тестувати, вимірювати їх параметри;
- технологічні процеси вимірювань повинні бути максимально автоматизовані;
- всі результати тестування, контролю та вимірювань повинні зберігатися в корпоративному сховищі даних для подальшого аналізу, обробки та прийняття рішень;
- отримані результати вимірювань від безлічі різних різнотипних вимірювальних засобів мають бути уніфіковані;
- система вимірювань повинна забезпечувати взаємодію та обмін інформацією з іншими інформаційними системами компанії, як для отримання необхідної інформації від них, так і для надання даних за вимірюваннями іншим системам.

Споживачами результатів вимірів можуть бути:

- користувачі - персонал відповідних служб;
- інформаційні системи - зовнішні по відношенню до системи вимірювань.

Спрощена модель архітектури корпоративної інформаційної системи компанії представлена на рисунку 1.1.

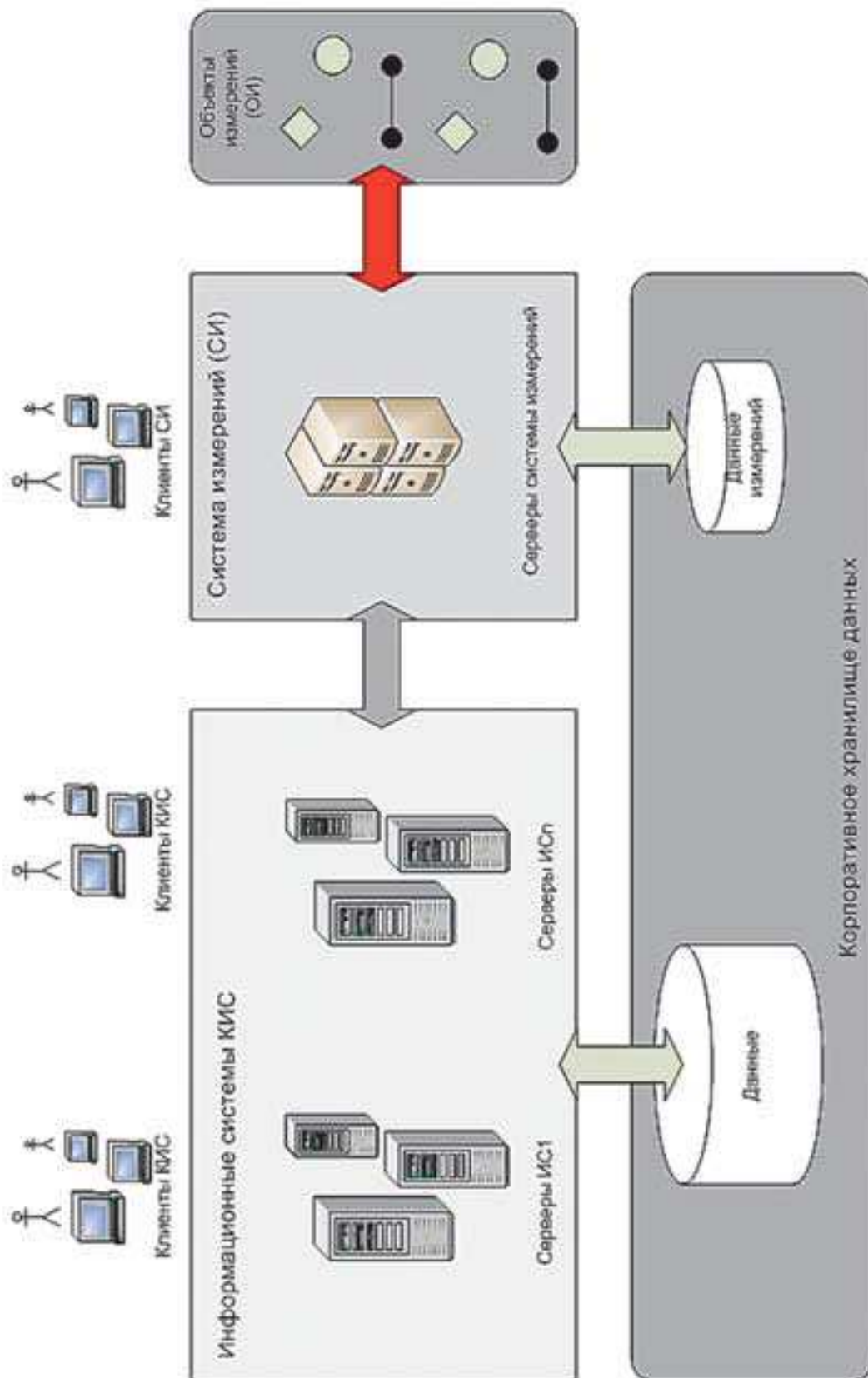


Рисунок 1.1 - Спрощена модель архітектури корпоративної інформаційної системи компанії

З корпоративної інформаційної системи (КІС) компанії ми окремо виділи систему вимірювань (СВ) зі своїм сховищем даних вимірювань та клієнтами системи вимірювань.

Мається на увазі, що система вимірювань забезпечує всі можливі функції з автоматизації процесів вимірювань, інтеграцію та взаємодію з безліччю засобів вимірювань для всіх об'єктів вимірювань (ОВ).

Решта інформаційні системи компанії в даному випадку об'єднані, і мається на увазі, що інформаційні системи КІС вирішують всі завдання по автоматизації процесів діяльності компанії.

Інформаційні системи КІС також мають своє сховище даних і для кожної з ІС існують свої клієнти (клієнти КІС). У подальшому викладі важливим елементом буде людина, тому вона також представлена на моделі.

В якості окремого елемента моделі виділені об'єкти вимірювань. Приділимо основну увагу питанням взаємодії системи вимірювань з об'єктами вимірювань з урахуванням будь-яких способів виконання вимірювальних процедур. Ці взаємозв'язки показані червоною стрілкою.

2. Методологічна інформаційна модель системи вимірювань

Методологічна інформаційна модель системи вимірювань, представлена на рисунку 1.2, включає основні сутності та зв'язки між ними на загальному методологічному рівні процесів вимірювань, без урахування будь-яких конкретних особливостей або можливостей засобів вимірювань.

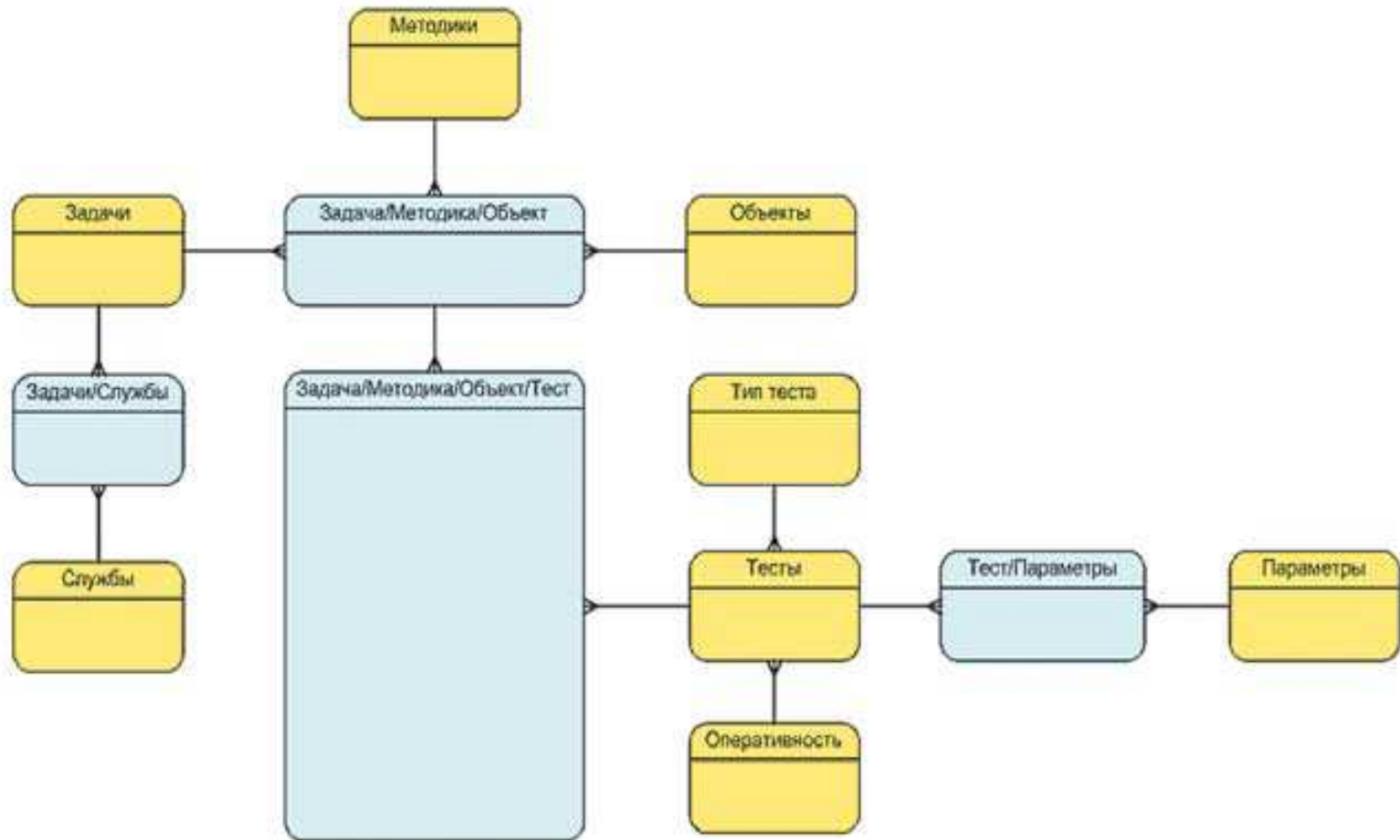


Рисунок 1.2 - Методологічна інформаційна модель системи вимірювань

Основними сутностями даної моделі є:

- **Служби** (підрозділу) компанії, які причетні до якихось процесів вимірювань. Дана сутність визначає список всіх служб/підрозділів, які повинні вирішувати певні завдання експлуатації, і для виконання останніх їм необхідно виконувати які-небудь вимірювальні процедури або виконувати обробку результатів вимірювань, які виконували інші служби або підрозділи.

Ступінь деталізації елементів даного списку буде залежати від функціонального поділу в організаційно-управлінській інфраструктурі компанії.

Прикладами служб/підрозділів можуть виступати, наприклад:

- операторська служба бюро ремонту;
- диспетчерська служба бюро ремонту;
- кабельні підрозділи;
- служба моніторингу стану кабельної мережі.

- **Об'єкти** вимірювань. Під об'єктами вимірювань розуміються об'єкти телекомунікаційної інфраструктури, які необхідно контролювати, тестувати, вимірювати будь-які параметри. Ступінь деталізації об'єктів вимірювань визначається наявністю у конкретного об'єкту будь-яких параметрів, які будь-яким способом можливо виміряти, протестувати або проконтролювати.

Прикладами об'єктів вимірювань можуть бути:

- абонентська пара;
- кабель;
- кабельна мережа;
- станційне устаткування;
- абонентське обладнання;
- цифровий канал ADSL;
- DSLAM;
- модем.

- **Завдання** експлуатації. Під завданнями експлуатації розуміється список завдань, які повинні виконувати служби експлуатації, і для яких необхідно проводити будь-які вимірювальні процедури або виконувати обробку та аналіз результатів вимірювань. Прикладами завдань експлуатації можуть бути, наприклад:

- оперативні вимірювання параметрів абонентської пари;
- моніторинг стану параметрів кабельної мережі;
- пошук несправностей, визначення характеру і місця пошкоджень;
- паспортизація об'єктів з точки зору можливості надання послуг (наприклад, ADSL).

- **Методики** вимірювань. У загальному випадку для вирішення кожної з задач служби експлуатації повинна використовуватися формалізована методика вимірювань, обробки та аналізу результатів вимірювань. Дані методики повинні ґрунтуватися на різного роду нормативних документах, стандартах, керівних документах компанії. Дана сутність визначає список

методик, що включає всі можливі методики вимірювань, контролю, тестування всіх об'єктів вимірювань. Прикладами методик можуть бути:

- методика оперативних вимірювань для об'єкту;
- методика моніторингу стану для об'єкту;
- методика пошуку та усунення несправностей.

• **Параметри** вимірювань. Дана сутність визначає узагальнений список всіляких параметрів, які можна виміряти, протестувати або контролювати для всіх об'єктів телекомунікаційної інфраструктури компанії, наприклад:

- стороння напруга;
- опір ізоляції;
- ємність;
- опір шлейфу;
- швидкість передачі каналу зв'язку;
- загасання в лінії зв'язку;
- кількість помилок передачі.

• **Тести.** У загальному випадку будь-яка вимірювальна процедура полягає у виконанні якого-небудь вимірювального тесту. Виконання одного тесту може включати вимір одного або декількох параметрів. При цьому одні й ті ж параметри можуть входити в різні тести. На рівні тесту може проводитися діагностика стану об'єкта вимірювань. Для тестів можна ввести додаткові характеристики, які впливають на можливості автоматизації виконання тесту:

• **Оперативність.**

Оперативність характеризує тест з точки зору швидкості отримання результатів. Тести можуть мати такі характеристики оперативності:

- **Оперативний** - визначає можливості отримання результатів тесту в режимі:
- зробили запит - отримали результат (режим онлайн).
- **Процедурний** - для проведення тесту необхідно виконати певну технологічну процедуру (наприклад, для тестування опору шлейфу потрібно виконати виклик абонента, а потім провести вимірювання опору шлейфу);
- Ручний** - тестування параметрів можна виконати тільки в ручному режимі.

• **Тип тесту.**

Тип тесту може визначати кількість повертаються параметрів і спосіб їх отримання. Тести можуть бути наступних типів:

- **Одиночний** - результатом одного тесту може бути тільки один параметр;
- **Груповий** - результатом одного тесту є безліч параметрів;
- **Композитний** - результатом тесту є безліч параметрів, але для їх отримання необхідно виконати певну кількість тестів або команд.

Ми розглянули окремо основні сутності методологічної інформаційної моделі системи вимірювань, і тепер розглянемо взаємозв'язки між ними. Сутність **Завдання/Служби** визначає множинні відносини між сутностями

Завдання і Служби. З одного боку, одні й ті ж завдання можуть виконуватися в різних службах, підрозділах компанії, з іншого - для кожної служби необхідно формалізувати всі завдання, пов'язані з вимірюваннями, які дана служба повинна виконувати в процесі своєї діяльності. Формальний опис взаємозв'язків між даними сутностями важливий з наступних причин:

- по-перше, такий формальний опис, з одного боку, дозволяє з'ясувати, чи всі завдання пов'язані з якими-небудь службами/підрозділами, іншими словами - чи є хтось, хто буде вирішувати кожне з завдань; з іншого боку, дозволить з'ясувати дублювання завдань різними службами/підрозділами, що, найчастіше, знижує ефективність роботи кожного з підрозділів компанії. Оптимальний розподіл завдань між службами є дуже важливим фактором, що визначає ефективність роботи всієї служби експлуатації компанії в цілому.

Виходячи з практики аналізу діяльності служб експлуатації деяких телекомунікаційних компаній, можна відзначити, що даному питанню розподілу завдань між різними підрозділами приділяється не дуже багато уваги, і часто окремі завдання взагалі ніхто не виконує; деякі завдання покладені на підрозділи, у яких досить багато інших завдань, і їм просто фізично не вистачає часу займатися окремими проблемами; деякі завдання дубльовані між різними підрозділами, у яких, до того ж, можуть бути різні підходи і засоби вирішення завдань, і в підсумку отримані результати можуть мати різну повноту, точність і застосованість для подальшого аналізу, обробки та прийняття рішень.

- По-друге, оптимальний розподіл завдань між службами дозволить ефективно розподілити як фахівців відповідної кваліфікації, так і необхідні технічні засоби, причому і ті й інші в даний час є досить обмеженими і дорогими ресурсами.
- По-третє, дієве рішення задач експлуатації і результативна діяльність відповідних підрозділів в підсумку визначає ефективність всієї служби експлуатації компанії.

Сутність **Завдання/Методика/Об'єкт** дозволяє формально описати для кожної з задач експлуатації, які об'єкти вимірювань необхідно контролювати, тестувати, вимірювати, і згідно якими методиками це необхідно робити. Дана сутність також дозволить формально визначити, чи всі об'єкти задіяні в задачах експлуатації, і якщо ні, то, можливо, потрібно доповнити список завдань, при цьому також необхідно буде пов'язати нову задачу з відповідним підрозділом компанії.

Дана сутність також може виявити наявність або відсутність відповідних методик вимірювань для вирішення конкретних завдань або методик контролю, тестування, вимірювань конкретних об'єктів.

Дана сутність також є досить важливою саме на методологічному рівні розгляду процесів вимірювання та діяльності служби експлуатації компанії. Питання відношення завдань, методик та об'єктів також, в силу різних причин, не приділяється достатньо уваги.

Існують різні стандарти, керівні документи, інструкції, методики, про які всі знають, що вони існують, але часто фахівці і керівники підрозділів експлуатації ці документи ніколи не бачили.

Кожна компанія має свою телекомунікаційну інфраструктуру об'єктів і поставлені завдання по експлуатації для відповідних служб.

Також існує безліч нормативних документів, пов'язаних з вимірюваннями. Якщо спробувати побудувати взаємозв'язки з даної сутності, то можна отримати досить повну і реальну картину поточного стану відносин між завданнями, методиками та об'єктами.

Коротко розглянемо зв'язок між тестами і параметрами - сутність **Тест/Параметри**. Дана сутність визначає те, які параметри вимірювань в які тести входять. Даний взаємозв'язок має велике значення з точки зору автоматизації виконання тесту. Тут потрібно враховувати кілька моментів. З одного боку, для вирішення конкретного завдання можна формалізувати один тест, який включатиме безліч параметрів, які хотілося б отримати при вимірюванні.

Однак виконання такого тесту неможливо провести оперативно або виконати його автоматизованим способом. З іншого боку, є реальні можливості технічних засобів вимірювань, які технічно можуть диктувати конфігурацію (безліч) параметрів для конкретних тестів. Крім того, сама вимірювальна процедура може за технологічними особливостями її проведення впливати на ставлення тест/параметри.

Тому формалізація тестів і взаємовідношення тестів і параметрів є творчим процесом, в якому потрібно враховувати безліч факторів: і завдання, і методики, і процедури вимірювань, і реальні можливості технічних засобів вимірювань, а також враховувати оперативність отримання результатів і типи можливих тестів. Від того, як будуть формалізовані тести, у великій мірі залежатиме рівень автоматизації процесів і процедур вимірювань, і, як наслідок, ефективність роботи персоналу і всієї служби експлуатації в цілому.

І, нарешті, найважливіша сутність в даній методологічній моделі - сутність **Завдання/Методика/Об'єкт/Тест**. Дана сутність формалізує і пов'язує в єдине ціле весь ланцюг - завдання експлуатації, об'єкти вимірювань, методики, за якими необхідно проводити контроль, тестування, вимірювання, конкретні тести, які необхідно виконувати для вирішення поставленого завдання і параметри, які необхідно контролювати, тестувати, вимірювати. А враховуючи ще взаємозв'язок **Завдання/Служби**, можна визначити відповідні служби або підрозділи компанії, які повинні виконувати належні завдання.

Таким чином, побудувавши наведену методологічну модель системи вимірювань і формалізувавши кожен з сутностей, ми зможемо отримати всі взаємозв'язки по ланцюжку служби - завдання - методики - об'єкти - тести - параметри. Це може дозволити отримати повну картину: хто повинен виконувати, які завдання, на підставі яких методик, для яких об'єктів, які

тести і які параметри повинні бути проконтрольовані, протестовані і виміряні.

Можливо, якщо реалізувати наведену методологічну інформаційну модель у вигляді бази даних, наповнити всі сутності конкретними даними для певної компанії, то можна буде проводити досить цікаві дослідження з аналізу повноти та ефективності роботи всієї служби експлуатації. Аналіз отриманих ланцюгів може дозволити виявити прогалини, дублювання, невідповідності між реальними завданнями, службами, методиками, об'єктами, тестами, параметрами.

Крім того, наприклад, забезпечивши доступ до визначеної бази даних засобами корпоративного вебсайту, така БД може бути корисна як методологічна підтримка в поточній роботі всьому персоналу всіх служб і підрозділів, які пов'язані з експлуатацією та вимірюваннями - починаючи від операторів, інженерів і закінчуючи керівниками.

Створення такої бази даних - досить непросте і клопітке заняття. Проте можливо має сенс на корпоративному рівні формалізувати й уніфікувати всі питання, пов'язані з вимірюваннями і експлуатацією, щоб усі знали, які завдання вони повинні виконувати і користувалися одними і тими ж методиками для тестування, контролю та вимірюваннями конкретних об'єктів, а також проводили необхідні тести, отримували потрібні параметри, виконували аналіз, обробку результатів і приймали відповідні рішення.

Формалізація та уніфікація всіх питань, пов'язаних з вимірюваннями та експлуатацією має також велике значення при побудові корпоративної системи вимірювань, яка покликана автоматизувати процеси контролю, тестування та вимірювання параметрів кожного з об'єктів телекомунікаційної інфраструктури компанії, а також впливає на вибір відповідних технічних засобів вимірювань.

З цієї точки зору важливими чинниками є:

- розподіл завдань між підрозділами. Це визначає, які засоби і функції системи вимірювань необхідно забезпечити для конкретного підрозділу, і які права на доступ до інформації та права на виконання яких операцій (тестів) необхідно надати споживачам (користувачам або зовнішнім інформаційним системам). Це важливо ще й з тієї причини, що вимірювальні засоби - достатньо обмежений ресурс, і для ефективного їх використання необхідно обмежити коло тих споживачів, яким доступ до цих ресурсів дійсно необхідний для їх роботи.
- В залежності від завдань і методик вимірювань, необхідно забезпечувати підтримку відповідних технологічних процесів вимірювань, забезпечувати відповідну обробку та аналіз результатів вимірювань.
- Завдання і методики вимірювань визначають вибір відповідних технічних засобів (вимірювальних приладів). Характеристики останніх визначають як можливості проведення потрібних тестів і отримання необхідних параметрів, так і можливості автоматизації вимірювальних процедур з використанням даних приладів.

Як приклад важливості вибору вимірювальних приладів можна привести завдання проведення масових верифікаційних вимірювань абонентських ліній для аналізу можливості надання послуг ADSL, особливо в період масового впровадження даних послуг оператором зв'язку.

З точки зору методики вимірювань для даної задачі, необхідно проводити вимірювання частотних характеристик абонентських пар в широкій смузі частот. Згідно класичним методикам вимірювань частотних характеристик лінії необхідно проводити вимірювання з двох кінців абонентської лінії (з одного боку встановлюється генератор, з іншого - аналізатор). З урахуванням специфіки даної вимірювальної процедури (установка приладів з двох сторін), забезпечити її автоматизацію і масовість вельми проблематично. Однак існують методики і прилади, які дозволяють проводити дані вимірювання з одного боку. І вже сам факт можливості вимірювання частотних характеристик лінії з одного боку, навіть з можливими обмеженнями та за наявності відповідних приладів, дозволяє вирішити як проблему автоматизації, так і проблему масовості проведення вимірювальних процедур для даної задачі.

Відзначимо, що всі завдання, пов'язані з вимірюваннями і експлуатацією вирішує кожна телекомунікаційна компанія. У будь-якій компанії є відповідні служби, перед якими стоять свої завдання з тестування, контролю та вимірювання параметрів телекомунікаційних об'єктів. Рівень ефективності діяльності служб експлуатації у кожній компанії свій. Але вдосконаленню немає меж.

Наведена модель - досить абстрактна, спрощена і, можливо, має багато питань. Однак вона дозволяє при творчому підході, можливостях і бажанні проаналізувати поточний стан повноти кожної з сутностей моделі та ефективність взаємозв'язків між ними в конкретній компанії.

Можливо, вдасться знайти приховані резерви для вдосконалення. І хоча наведена модель абстрактна, але вона зачіпає абсолютно реальні питання, а можливо і проблеми, пов'язані з вимірюваннями і побудовою ефективної служби експлуатації.

3. Способи вимірювань і рівень автоматизації

Розглянемо можливі способи проведення вимірювальних процедур і те, як ці способи впливають на рівень автоматизації процесів вимірювань. Способи і варіанти проведення вимірювальних процедур, варіанти носіїв результатів вимірювань, а також схеми надходження інформації про результати вимірювань в корпоративне сховище системи вимірювань представлені на рисунку 1.3.

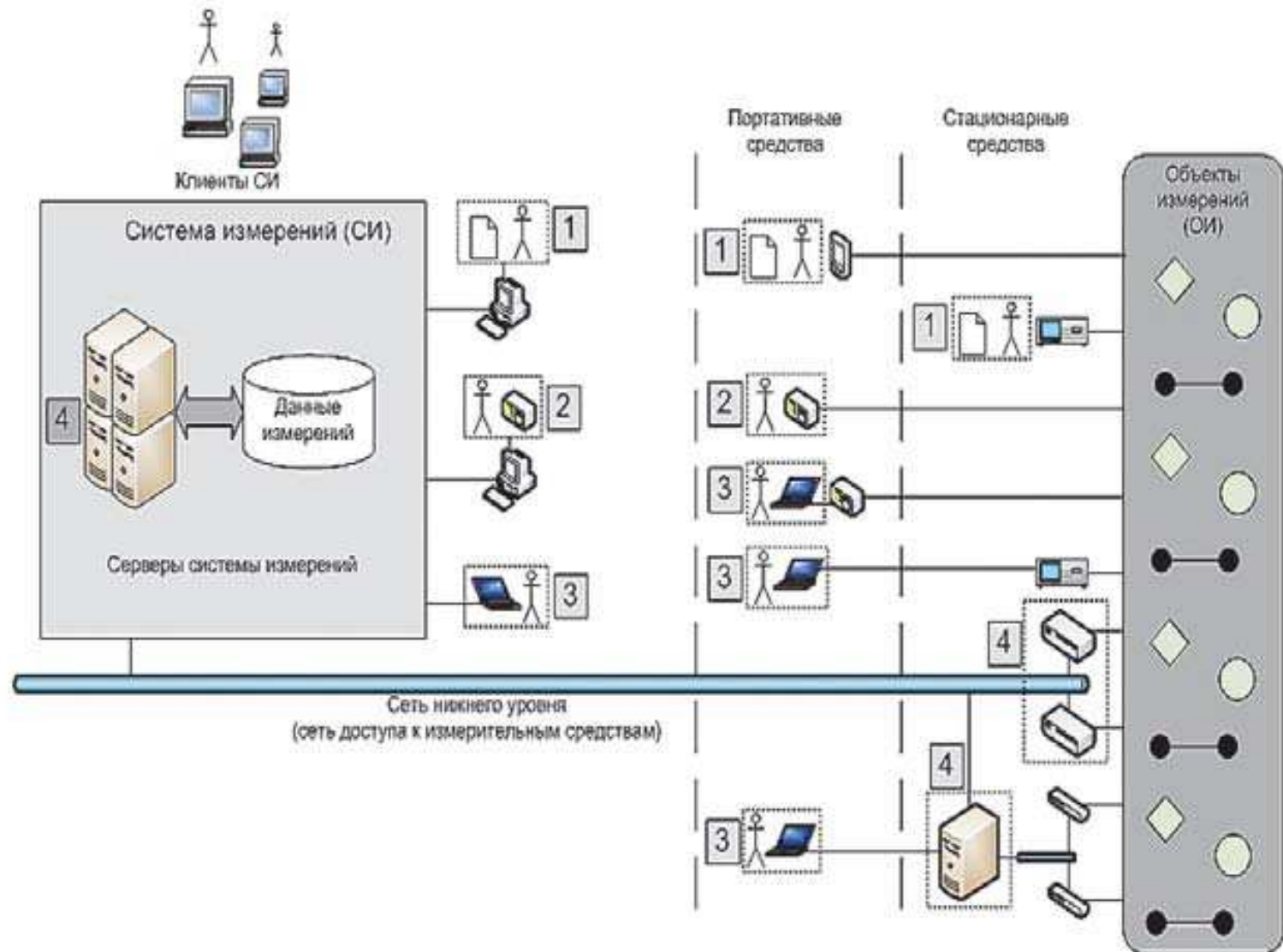


Рисунок 1.3 - Варианты способов надходження інформації про результати в корпоративне сховище системи вимірювань

Вимірювальні процедури залежать від завдань, які необхідно вирішувати, від методик проведення вимірювальних процедур, від об'єктів вимірювань, від використовуваних технічних засобів вимірювань, які й визначають у підсумку, які тести можна проводити, які параметри можливо виміряти.

Вимірювальні процедури можна проводити двома способами. *Перший* - за участю людини у процесі управління процедурою вимірювання та збереження результатів на будь-якому носії. Носіями інформації (результатів вимірювань) можуть бути:

- паперовий носій - звіт щодо проведених вимірювань;
- портативний вимірювальний прилад. Вимірювальні прилади у своїй більшості мають можливості зберігати результати вимірювань в своїй внутрішній пам'яті;
- переносний комп'ютер. Багато вимірювальних приладів мають у своєму складі додаткове програмне забезпечення, яке функціонує на комп'ютерах (персональних або переносних). За допомогою даного програмного забезпечення можна керувати самим приладом, а також зберігати на диску комп'ютера результати вимірювань.

Ці варіанти позначені на рисунку відповідно цифрами 1,2,3.

Для них рівень автоматизації є дуже низьким. Фактично можливо автоматизувати тільки процес завантаження результатів вимірювань в корпоративну систему вимірювань з відповідних носіїв інформації. Для введення інформації з паперових носіїв повинні бути передбачені відповідні форми для введення даних. Для введення інформації з приладів повинні бути передбачені необхідні інтерфейси (апаратні і програмні) для підключення пристрою до системи вимірювань, а також засоби завантаження, конвертації та уніфікації результатів вимірювань для кожного з типів приладів. Для введення інформації за допомогою переносних комп'ютерів мають бути передбачені кошти завантаження, конвертації та уніфікації результатів вимірювань для кожного з типів форматів даних. *Другий* спосіб проведення вимірювальних процедур - участь людини (на рисунку - варіант 4). У цьому варіанті управління вимірювальною процедурою виконує система вимірювань, а людина з нею взаємодіє.

В якості вимірювальних засобів повинні застосовуватися вимірювальні прилади (зазвичай стаціонарні), які мають зовнішні інтерфейси управління, і які можна стаціонарно підключити до системи вимірювань. У цьому випадку управління приладами здійснює система вимірювань по мережі доступу до вимірювальних засобів, вона ж отримує результати вимірювань і зберігає їх у сховище даних.

До даного варіанту можна віднести також спеціалізовані вимірювальні системи, у яких зазвичай існує свій керуючий комплекс, який керує безліччю вимірювальних приладів чи засобами вимірювання.

В даному випадку носієм результатів вимірювань виступає керуючий комплекс. Залежно від його можливостей, система вимірювань може

взаємодіяти з ним безпосередньо, отримуючи результати вимірювань безпосередньо з нього. В інших випадках результати вимірювань можуть зберігатися на переносному або персональному комп'ютері. У цьому випадку даний варіант можна прирівняти до способу 1 (варіант 3). При даному способі проведення вимірювальних процедур (варіант 4) можливий максимальний рівень автоматизації процесів вимірювання і, відповідно, максимальний рівень оперативності отримання інформації, висока ефективність роботи служб експлуатації.

Враховуючи вищевикладене та розглянувши способи проведення вимірювальних процедур в конкретній компанії, можна оцінити рівень автоматизації процесів вимірювань і ефективність роботи служби експлуатації компанії в цілому.

Доцент кафедри КС, к.т.н.

К.П. Сторчак