

УДК 681.3:621.3(62-52)

О.А. Стенін, Ю.А. Тимошин, Т.Г. Шемсєдинов, В.П. Ярченко

СТВОРЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНОГО ІТ - СЕРЕДОВИЩА ВНЗ ДЛЯ АНАЛІЗУ І ДОСЛІДЖЕНЬ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ МАТЕРІАЛІВ З НАНОЕЛЕКТРОНІКИ

Анотація: Стаття присвячена розробці спеціалізованого ІТ-середовища університету та вимог до його компонентів для можливості подальшого аналізу даних та виконання досліджень щодо отриманих зразків матеріалів з наноелектроніки, їх характеристик і технологічних параметрів режимів, при яких вони були отримані. Для цього були розроблені відповідні компоненти обробки та зберігання даних і знань, які базуються на використанні брокерів обробки, управління та зберігання консолідованих даних експериментів, включаючи відеоматеріали, а також повідомлення, із застосуванням метамоделі та технології динамічної інтерпретації стану даних. Важливою метою було надання до цих ресурсів доступу численним науковцям, аспірантам і магістрам, зважаючи на відсутність для них можливості присутності безпосередньо в технологічній робочій зоні гермозону.

Ключові слова: динамічна інтерпретація, брокер обробки, метамодель, метадані, інформаційні системи, консолідація даних, нанотехнології.

Постановка задачі

Важливий аспект наноматеріалознавства – це розвиток не тільки технологічних систем для виробництва, а й методів дослідження, структур і пристроїв. Зміни повинні бути з атомною точністю. А вже в найближчому майбутньому може сягнути терра – або атосекунд.

В останні роки нанотехнології і наноматеріали в областях, що привертають увагу не тільки експертів, стали широкомасштабним дослідним і виробничим напрямком, в який вкладають багато коштів.

Основними завданнями наноматеріалознавства є:

- Розробка нових і поліпшення властивостей традиційних матеріалів;
- Розвиток теоретичних основ управління функціональними властивостями на основі фізичних моделей електронного, кластерного, атомарного типу;
- Створення нових і вдосконалення традиційних технологій виробництва і заданих характеристик матеріалів;
- Вивчення всього комплексу властивостей: фізичних, хімічних, механічних, електричних, магнітних, оптичних, теплових і ін.;

- Визначення нових областей застосування, розробка нових принципів конструювання із застосуванням комп'ютерного моделювання.

Наприклад, для пристроїв наноелектроніки вже зараз застосовують системи з впровадженими в плівку оксиду кремнію нанокристалів кремнію і германію, які застосовують в енергонезалежній пам'яті з тривалим часом зберігання і великою швидкістю перезапису інформації. Одне з головних переваг пам'яті на нанокристалах порівняно зі звичайними пристроями на основі плаваючих затворів полягає у використанні взаємно ізольованих вузлів зберігання заряду замість безперервного полікремнієвого шару [1].

Особливістю всіх таких технологій є наявність надчистого середовища та спеціального обладнання для створення нових наноматеріалів. Ці технологічні процеси вимагають проведення досліджень у гермозоні, що накладає обмеження щодо присутності кількості фахівців та їх участі в реальних експериментах на рівні 2–3 технологів і науковців.

Тому виникає потреба у розробці структури засобів формування, передачі, обробки та візуалізації режимів і даних, як в ході експериментів, так і після проведення їх з метою аналізу результатів та особливостей цих процесів для навчання студентів, магістрів, аспірантів і докторантів, підвищення їх наукових знань з наноелектроніки і створення відповідних матеріалів.

Аналіз характеристик спеціалізованого ІТ-середовища

Постійно зростаючі вимоги сучасної техніки обумовлюють необхідність розробки нових прогресивних технологій і матеріалів з надвисокими функціональними характеристиками. Ці питання особливо гостро постають в тих галузях, які є визначальними для розвинутих країн у конкурентній боротьбі. Це, зокрема, стосується наноелектроніки, авіабудування, космічної галузі, машинобудування та деяких інших, в яких Україна ще має досить значний потенціал в конкурентній боротьбі з іншими країнами світу.

Звідси виникає нова постановка проблеми - потрібна строго вибудована система пріоритетів. Існують тисячі завдань, але сьогодні, використовуючи ті ресурси, які ми маємо, можна вирішити лише малу їх частину. Тому виникає потреба з цієї безлічі завдань вибрати найбільш пріоритетні і сконцентрувати на них зусилля. Всебічний розвиток нанотехнологій має здійснюватися тільки на принципово новій міждисциплінарній основі [1].

По суті, світ знаходиться на порозі створення принципово нових наноприборів і систем біонічного характеру, в першу чергу на базі технологій твердотільної мікроелектроніки, поєднаних з можливостями нанобіоорганічних систем. Наприклад, всім відомі прилади "нічного бачення". Для їх виготовлення були спеціально розро-

блені матеріали на базі монокристалів телуриду кадмію, але процес їх синтезу вельми енерго- і ресурсномісткий [1].

Щодо систем збору, реєстрації та обробки даних результатів і режимів означених технологічних процесів, то перехід від монолітних IT - систем до слабо зв'язаної сервісної архітектури спричиняє за собою перегляд основ таких систем, зокрема перегляд відношення до даних і інформації, що обробляються в корпоративному середовищі, яке може включати такі базові компоненти Cloud Computing, як ферми віртуальних серверів для завантаження, пошуку та обробки даних [2–3].

Такі системи повинні не тільки передавати або зберігати інформацію, але й здійснювати інтерпретацію повідомлень, що отримують віртуальні сервери, для оптимізації їх роботи. Іншими словами, потрібно враховувати стан і характеристики представленої інформації та її сенс. Таким чином можна констатувати, що виникає потреба в інтелектуальній обробці даних на основі метаданих, якщо задовольнитися прагматичною формулою “інформація = дані + метадані”.

Про низьку ефективність використання класичних сховищ свідчать багато західних аналітиків. Висока вартість, складність і недостатнє використання ресурсів — ось причини, за яких сховища даних поступово поступається місцем системам з розподіленим інтелектом (distributed intelligence) [2]. Все це потребує використання значних інформаційних ресурсів для аналізу потоків даних, обробки відео потоків, формування нових знань в комп'ютерному середовищі ВНЗ.

Формати і структура даних, що поступають з різних джерел, сильно різняться, і їх необхідно погоджувати. Отже, ефективність сучасної бізнес-аналітики забезпечується не стільки підтримуючими технологіями, скільки управлінням консолідацією та призначенням даних, їх схемами і потоками.

За останні декілька років були створені нові покоління IT- систем корпоративного рівня, що діють в режимі реального часу - RTE для реалізації аналітики в режимі реального часу і моніторингу бізнес-активності, оформився також новий технологічний напрям Application Oriented Network (AON), а також новий напрям роботи з даними — управління контентом підприємства ECM та інтеграційні платформи EAI, що будуються на основі програмних інтерфейсів API[2]. Але істотним обмеженням є те, що вони працюють тільки із структурованими даними. Зазвичай платформи EAI оснащують інтеграційними адаптерами IBM, SAP, Oracle або Microsoft. Але вони не призначені для роботи з неструктурованими даними, а тому не підтримують корпоративний пошук і ще складніші функції, пов'язані з мультимедіа даними.

Така ситуація пояснюється не тільки консервативністю корпоративних структур, але і цілим набором факторів, серед яких: від-

сутність стандартизації на рівні протоколів і форматів даних для прикладних систем, велика вартість модернізації існуючих і введених в експлуатацію ІС, довгий життєвий цикл попереднього покоління технологій і відсутність можливості повноцінного двостороннього обміну даними у веб-орієнтованих системах [3-4].

Тим часом, реальний запит ринку на інформаційні системи розширився від приватних завдань автоматизації до комплексних рішень. Це обумовлено, перш за все, масовим поширенням персональних комунікаційних і обчислювальних пристроїв, таких, як смартфони, планшети і ноутбуки, які забезпечені універсальним програмним забезпеченням, для поштового, голосової, соціальної фото і відео комунікації. Доступність і простота інтерфейсу цих систем породила міф про загальну простоту створення, впровадження та інтеграції програмних рішень. Загальний користувач очікує чогось подібного і від прикладних корпоративних ІС, але, як правило, такі очікування розбиваються об негнучкість, складність і громіздкість прикладного ПЗ, створюваного "під замовника" [5].

Як задача корпоративної інтеграції в гетерогенному середовищі, так і завдання міжкорпоративної інтеграції прикладних інформаційних систем вимагає, перш за все, архітектурного рішення, впровадження нових сучасних технологій розробки ПЗ та введення стандартів на обмін даними [4,6].

Дійсно, сучасні умови вимагають постійної зміни моделі даних, адже динаміка бізнес-процесів все збільшується. Для вирішення цієї проблеми ми пропонуємо використовувати технології метапрограмування, зокрема інтроспекцію, динамічну евалуацію коду, інтерпретацію метамodelей і т.д. Інтроспекція дозволяє отримати доступ до внутрішніх структур мови, типам даних, класам, функціям і т.д. (стає можливим отримання метаданих про структури і обхід їх в циклі, або отримання параметрів функції як масиву з можливістю аналізувати клас кожного параметра). Інтроспекція структур баз даних - це динамічний аналіз сутностей і зв'язків, типів, ключів, індексів та інших об'єктів у БД, що дозволяє створювати прикладне ПЗ, гнучке, по відношенню до структури БД [2,7].

Цим же цілям служать прикладні декларативні та імперативні мови, що створені під широке коло завдань, наприклад мови запитів, скриптові мови, формати серіалізації уніфіковані для цілого ряду моделей даних. При їх впровадженні, прикладне ПЗ позбавляється від залежностей предметної області і прив'язується до структури свого спеціалізованого продукту і інтерпретується імперативною мовою під задачу (LOP – Language Oriented Programming). Всі перераховані методики, лягли в основу динамічної інтерпретації метамodelей, яка формується з декларативних і імперативних структур, метаданих і скриптів [7].

Метою розробки було аналіз вимог до компонентів архітектури та технології обробки даних з різних джерел, їх інтеграції та консолідації на корпоративному рівні для розподілених прикладних інформаційних систем, що використовують інтерпретацію метаданих для побудови рівнів обробки, управління та зберігання потоків даних та інформації і базуються на метамоделях з динамічною інтерпретацією в залежності від стану та характеристик цих даних, що оброблюються і отримуються в результаті проведення реальних технологічних експериментів з наноелектроніки.

Вимоги до системи збору даних при реєстрації результатів в нанотехнологічних процесах

Перехід до нанодіапазону для нанесення наночарових покриттів, отримання нових перспективних наноматеріалів, наноплівкок з наперед заданими характеристиками, ставить завдання зі створення нових систем збору, реєстрації технологічної інформації та її обробки з використанням сучасних ІТ технологій.

Сучасні технологічні комплекси, такі як НаноФаб, які дозволяють реалізувати комплексні методи створення нових матеріалів та електронних приладів з використання різних методів впливу (плазмохімічні CVD, вакуум-плазмові PVD (вакуум-дугові, магнетронні), процеси іонного насичення та іонної обробки поверхні), часто можуть бути об'єднані в одному технологічному циклі. Реєстрація параметрів технологічного обладнання та режимів проведених експериментів на основі комп'ютерної реєстрації даних і режимів, а також візуального спостереження за технологічним процесом і розроблені програмні продукти дозволяють спостерігати та реєструвати основні операції нанопроцесів [1,6].

Штатні системи управління нанотехнологічними процесами дозволяють у режимі реального часу вимірювати режими і параметри цих процесів вбудованими датчиками і програмними засобами, які є в їх комп'ютерних системах, і видавати їх вже нормалізованими в оцифрованому вигляді. В разі використання інших систем, датчиками для системи збору даних можуть бути датчики Холла (для реєстрації струму джерел наплення), ІЧ пірометр зі спектральною чуттєвістю у діапазоні 8 – 14 мкм, іонізаційний та термодіагностичний перетворювачі тиску, інші, сигнали від яких поступають на обробку до відповідних мікропроцесорів.

Система реєстрації та збору даних повинна дозволити користувачам спостерігати процес як у покроковому режимі, так і в автоматичному. І в тому, і в іншому режимі реєстрація даних повинна бути безперервною. З урахуванням специфіки реалізуємих процесів створення наноматеріалів, система збору даних та реєстрації забезпечує:

- оперативний контроль всіх значущих технологічних параметрів кожного процесу вирощування наноматеріалів впродовж проведення всього технологічного процесу;
- можливість візуалізації та контролю заданих технологічних параметрів, оцінка їх відхилення від заданих технологічних режимів і вивід цієї інформації на дисплей у вигляді, зручному для користувачів;
- збереження інформації в БД та сховищі з можливістю виводу протоколу як всього процесу, так і в заданий момент часу на різних стадіях; архівування усіх процесів, що виконуються при нанесенні покриттів, можливість їх фрагментації для виділення найбільш значущих і цікавих з наукової точки зору;
- можливість паспортизації технологічного процесу незалежно від оператора-технолога, що дозволяє використовувати протокол техпроцесу в якості документу, який підтверджує відповідність характеристик покриття вимогам, закладеним в карті технологічного процесу.

Збір даних, наприклад, від комплексу НаноФаб та інших електронних пристроїв цифрового вводу здійснюється в базу даних MS SQL-server, яка працює в середовищі ОС Windows. При фіксації процесів в робочих зонах необхідно використовувати по 2–3 камери для кожної зони. Вони можуть створювати потоки відеоданих загальним обсягом до 16-20 Гбайт за годину. При спостереженні довготривалих нанотехнологічних процесів до 7-8 годин запис до БД потребує в середньому 150 Гбайт за день, тобто до 3 Терабайт / місяць.

Користувачі можуть проглядати дані як в реальному часу, так і з архіву. Аналогічні можливості мають як по центральному моменту та іншим визначеним функціям, які можливо побудувати з набору параметрів, які контролюються.

Зібрані дані про технологічний процес можуть бути відображені у графічному вигляді у функції від часу та наведені в “сирому” вигляді – після нормалізаторів і фільтрів, тобто у відносних одиницях [1,6]. Їх калібрування виконується по показанням штатних приладів, а калібровочні коефіцієнти для відповідних величин повинні зберігатися окремо в репозиторії.

Таке відображення в онлайн-режимі часу потребує використання високо навантажених прикладних серверів, що можуть бути згруповані у відповідні кластери, що вимагають, в свою чергу, вирішення задач балансування інформаційного навантаження.

Використання спеціальної автоматизованої системи реєстрації основних технологічних параметрів цих процесів повинно забезпечувати ефективний контроль параметрів технологічного процесу на всіх стадіях, дозволяти реєструвати роботу джерел наплення, напуску та точного дозування реакційних чи нейтральних газів,

інших систем технологічних установок, можливо по довільній програмі, яка задається оператором, а також вести протоколювання всіх важливих параметрів роботи установки, проводити розширений аналіз після проведення експериментів.

Системи відеоспостереження, які можуть бути розташовані у гермозоні повинні забезпечувати відео фіксацію з трьох точок для кожної технологічної зони (для НаноФаб – це мінімум 2 зони). Також ці пристрої повинні виділяти мінімальну кількість тепла, що є критичним параметром для гермозони. Сигнали з відеокамер повинні консолідуватися відповідними комутаторами і маршрутизатором, який направляє потоки відео – та аудіо даних в створювану систему для їх подальшої реєстрації та обробки.

Резюмуючи описане можна надати перелік вимог для системи збору даних:

а) при реєстрації результатів щодо нанотехнологічних процесів система повинна відповідати наступним вимогам

- достатня кількість вимірювальних каналів;
- достатня роздільна здатність датчиків та АЦП;
- достатня швидкодія (частота опитування датчиків);
- точна прив'язка даних до часу;
- температурна стабільність;
- стабільність вимірювальних характеристик у часі;
- стійкість до зовнішніх впливів;
- мала кількість аномальних даних у результатах вимірювання (які з'являються як результат збоїв системи);
- мінімальний вплив на експериментальне середовище (мінімальне електромагнітне випромінювання, мінімальне тепло-виділення, інше);
- наявність сучасного поширеного апаратного інтерфейсу;
- достатня ємність сховища даних;
- наявність джерела (джерел) безперервного живлення.

б) при реєстрації результатів з відеокамер та електронних мікроскопів система повинна відповідати наступним вимогам

- висока якість зображення;
- достатня роздільна здатність матриці ($\geq 1200 \times 1600$ пікселей);
- достатня роздільна здатність об'єктива та відсутність помітних аберацій;
- достатня швидкодія (≥ 24 кадр/с для відеокамер);
- достатнє збільшення (до 10 нм для мікроскопів);

- мала кількість шумів у зображенні;
- відображення часу в кадрі та синхронізації його з тайм-сервером;
- можливість дистанційної наводки різкості;
- можливість робити фотознімки під час відеозйомки без її переривання;
- бажано мати можливість використання змінної оптики;
- мати можливість зйомки в різних частинах видимого спектру, а також в інфрачервоному та ультрафіолетовому спектрах;
- мати можливість кольорової зйомки;
- камери повинні комплектуватись набором відповідних світлофільтрів;
- бажано мати можливість одночасно відправляти відеодані в різних дозволах;
- бажано мати можливість зберігати відеодані в різних форматах;
- наявність сучасного апаратного інтерфейсу (Ethernet, USB);
- достатня ємність сховища даних;
- наявність джерела (джерел) безперервного живлення.

Вимоги до передачі даних: транспортна мережа повинна мати достатню пропускну здатність і по можливості високу надійність. В ході експерименту, при передачі 1024 вимірювальних каналів 100 разів щосекунди з точністю 4байт/канал генерувався потік $1024 * 100 * 4 * 8 = 3276800$ біт/с, або близько 4 Мбіт/с. Що не є значним для сучасних мереж.

Вимоги до передачі Відео: в ході експерименту, при використанні двох камер, та одного мікроскопу отримаємо три відео потоки. Але бітрейт цих потоків залежить від розміру зображення в пікселях, метода стиснення зображення та швидкості зміни кадрів. Середній бітрейт відео з гарною якістю становить біля 6000 Кбіт/с, або 6 Мбіт/с. Таким чином загальний потік даних з нанолaboratorії становитиме $4+3*6 \approx 22$ Мбіт/с. Що теж не є критичним для сучасних мереж.

Вимоги до IP-мережі при одночасному підключенні багатьох користувачів: потік від відео сервера до 20-ти користувачів становитиме вже $22 * 20 \approx 440$ Мбіт/с. При цьому деякі інші користувачі можуть одночасно переглядати раніше збережені записи. Це накладає додаткові вимоги на цю частину мережі ВНЗ, і зокрема потребує гігабітного каналу між відео сервером та Інтернет-провайдером. Крім того відеотрафік не повинен обмежуватись на комутаторах та маршрутизаторах локальної мережі. Там де підтримується пріоритизація видів трафіку (QoS), бажано її задіяти.

Потоки даних результатів експериментів можуть бути сформовані системою збору даних по двом основним принципам:

- система збору даних з рівномірним опитуванням датчиків;
- система збору даних з “інтелектуальним” опитуванням датчиків.
- Система збору даних з рівномірним опитуванням датчиків.

Система збору даних з рівномірним опитуванням датчиків повинна виконувати циклічне опитування датчиків, формуючи “кадр” даних, який у реальному часі передається по мережі до сховища та сервера доступу. Потік даних повинен містити признак початку “кадру”, а потім по черзі значення всіх параметрів експерименту.

Датчики швидкозмінних параметрів можуть опитуватися кілька разів за “кадр” через рівні проміжки часу. Для цього число каналів у системі повинно бути кратним $2n$, тоді, об’єднуючи входи системи, які опитуються через рівні проміжки часу, частоту опитування датчика можна здвоїти, зчетверити, звосьмирити і т.п.

Наводимо приклад зчетверення частоти опитування для системи з 64 каналами ($n=6$): рівні проміжки часу будуть через $64/4=16$ каналів, тоді для рівномірного опитування потрібно до потрібного датчика підключити наступні входи системи: v_1 (вибираємо з діапазону $v_1 = 1 \div 16$), $v_2 = v_1 + 16$, $v_3 = v_2 + 16$, $v_4 = v_3 + 16$. Якщо $v_1 = 1$, то $v_2 = 17$, $v_3 = 33$, $v_4 = 49$. При такому підключенні, обраний датчик буде опитуватися вчетверо частіше за інші.

Система збору даних з “інтелектуальним” опитуванням датчиків

Система з “інтелектуальним” опитуванням датчиків повинна по заданому критерію частіше опитувати датчики тих параметрів експерименту, які в цей момент швидше змінюються. Тоді потік даних повинен містити пари “адреса каналу + значення параметру”. Бортовий час нанолабораторії передається такою ж парою, де адреса каналу дорівнює нулю. Потоки відеоданих формуються програмним забезпеченням відеокамер та мікроскопів.

Сучасні цифрові системи відеоспостереження орієнтовані на передачу зображень по комп’ютерній мережі. Відеосервер зазвичай являє собою комп’ютер зі спеціалізованими платами відео вводу, до яких підключаються від однієї до кількох відеокамер. Програмне забезпечення відеосервера організовує: захоплення відеокадрів; обробку відео (поліпшення якості зображення), компресію відеопотоків, запис в локальний архів; передачу по мережі потоків стиснутого відео клієнтам. При передачі відео використовується стиснення в форматах H.264, MPEG4, MJPEG. В сховищі відеодані зберігаються в файлах *.mpg, або в контейнерах *.avi.

Аналіз вимог до характеристик систем обробки та зберігання

Вимоги до операційних систем та оточення: можливі декілька варіантів реалізації ОС серверів обробки [6–7]

а) Первинний варіант: CentOS 6.5, 64bit (також протестоване на CentOS 7.0, 64bit, але не впроваджено та не використовується у робочому режимі)

б) Альтернативний варіант: Ubuntu 14.04, 64bit.

в) Також підтримуються (для задач розробки, супроводу, тестування та демонстрації): MacOSX, RHEL, Win32/64, FreeBSD, OpenBSD

Вимоги до технологічного стеку програмного забезпечення можуть бути такими:

- Рантайм (runtime, середовище запуску програмного коду, віртуальна машина): Node.js (V8, libuv), v. 0.10.33 (також тестувалося на Node.js v. 0.11.14).
- Сервер додатків: Impress Application Server v. 0.1.166.
- Шина повідомлень: на базі: ZeroMQ v. 4.04 message queue bus.
- Клієнтська частина (інтерфейс користувача): Windows (32/64) application, веб-додатки, Angular.js, SSE (EventSource polyfill).
- Підтримка клієнтських браузерів: Firefox 31, Chrome 31, Safari 5.1, Opera 26, iOS Safari. 7.1, Android browser 4.4, Android Chrome 39.
- Старі браузери: відкат до технології long polling забезпечується для Firefox 3.5, Chrome. 3, Safari 4, Opera 12.
- Підтримка Internet Explorer: відкат до технології long polling забезпечується для IE 8, 9, 10, 11.

Вимоги до конфігурації серверу додатків Impress Application Server:

- Хмарний контролер кластеру додатків Impress cloud controller: 1 server, 9 instances C0N0...C0N8, strategy: multiple, workers: 8, gc: 10m, watch interval: 2s, nagle: true, health telemetry interval: 15s
- Хмарний сервер кластеру додатків Impress AS servers: N servers, 9 instances C1N0...C1N8, C2N0...C2N8, strategy: sticky, workers: 8, gc: 1m, watch interval: 2s, nagle: false, health telemetry interval: 2m
- Версії платформ рантайму Node.js та V8 параметри: --nouse-idle-notification --expose-gc --stack-trace-limit=1000

Вимоги до показників серверів високих навантажень складають наступні групи:

а) RPS (request per second) - кількість запитів в секунду:

- для одного процесу: 3000-4000 для кожного процесу серверу додатків Impress AS
- для одного фронт-серверу: 22000...25000
- для N фронт-серверів: $(22k...25k)*N - 20\%$
- для 15 фронт-серверів: 264k...300k

б) CC (concurrent connections) - конкурентні потоки взаємодії:

- для одного процесу: 60000-65000 для процесу Impress AS
- для одного фронт-серверу: 480k...520k
- для N фронт-серверів: $(480k...520k)*N$
- для 15 front servers: 7,2M...7,8M (~ 7 мільйонів)

в) RAM load (навантаження пам'яті) :

- для одного процесу: 1Gb для процесу Impress AS
- для одного з'єднання: 15kb...20kb (SSE or WebSocket)
- для одного процесу під навантаженням: 1...1,3 Gb один процес серверу додатків AS та для одного серверу додатків під навантаженням: 8...10,4 Gb

г) CPU load (навантаження центрального процесору):

- для одного процесу: 5%...10% один процес серверу додатків Impress AS
- для одного процесу серверу під навантаженням: 40%...65% (з 100%, тільки одно ядро)
- для одного серверу (8 ядер): 400%...650% (з 800%, 8 ядер)

Для зберігання файлів даних, зібраних в результаті експериментів застосовується файлове сховище, яке входить до складу сервера додатків Impress Application Server.

Вимоги до сховища відео файлів: якщо бітрейт відео дорівнює, наприклад, 6000 Кбіт/с, то хвилина відео з таким бітрейтом буде займати 360000 Кбіт (6000 x 60 секунд) що в свою чергу становить 351,5 Мбіт (360000 розділити 1024) або 43,9 мегабайт. Далі, потрібно визначити, скільки місця, буде потрібно для зберігання хвилини звуку. Таким чином, загальний обсяг однієї хвилини відео та звуку буде займати приблизно 40–45 мегабайт. Помноживши отримане значення на кількість хвилин експерименту, можна отримати розмір відеофайлу. А помноживши на кількість камер - кількість таких файлів.

Вимоги до ПЗ для вебінарів з функціями трансляції відео та звуку, а також презентаційних матеріалів:

Для проведення вебінарів або відео конференцій було використано систему Microsoft Lync. Це клієнт-серверна система, що дозволяє користувачам проводити вебінар з трансляцією відео та звуку з вебкамери або файлу, показувати іншим користувачам робочий стіл свого комп'ютера, або демонструвати презентацію в повноекранному режимі. При цьому ініціатор вебінару або відео конференції, може керувати правами користувачів, передавати їм слово. Провадити вебінар можна як з штатного робочого місця, так і з будь якого іншого комп'ютера з доступом в Інтернет. Можна штатними засобами Lync вести запис вебінару. Запис може вести ініціатор, та/або користувач, якому ініціатор надасть таке право.

Також Microsoft Lync має вмонтований чат, для спілкування слухачів з доповідачем. Слухач має можливість задати питання доповідачеві і воно в реальному часі з'явиться на екрані доповідача. Lync інтегрується з MS Outlook, що дає можливість ініціатору створювати відео конференцію прямо з MS Outlook і надсилати запрошення на неї іншим по електронній пошті. Слухачу, для підключення до вебінару або відео конференції достатньо клацнути мишкою на посиланні в листі електронної пошти. При цьому, якщо у слухача не встановлено клієнтської частини Microsoft Lync, то його буде перенаправлено на сайт Microsoft, з якого буде запропоновано встановити спрощений веб-клієнт. Після встановлення веб-клієнту Lync, користувача буде зразу підключено до вебінару.

Структурна схема інтеграції основних підсистем

Для реалізації вказаних вище функцій потрібна розробка ряду систем і підсистем, серед яких основними можна вказати наступні:

- Сервер реєстрації, аналізу та обробки результатів технологічних експериментів;
- Сервер доступу з Web- сервером;
- Сервер архівації;
- Система управління ресурсами;
- Підсистема формування результатів за запитом клієнтів комплексу;
- Системи та обладнання навчально-методичного блоку;
- SQL - сервери БД та сховища даних і малтмедіа інформації.

Сервер реєстрації, аналізу та обробки повинен виконувати автоматизований аналіз отриманих в результаті реалізації технологічних експериментів з нанотехнологій по створенню і дослідженню відповідних матеріалів в центрі нанотехнологій чи на електронному мікроскопі, дозволяти обробити отримані дані, провести їх класифікацію та зареєструвати ці результати в системі.

Сервер доступу повинен включати до свого складу ряд підсистем, окрім вказаного Web- сервера, наприклад,:

- Підсистему віддаленого доступу до ресурсів комплексу;
- Підсистему формування замовлень до ресурсів навчального IT- середовища;
- Підсистему автентифікації клієнтів.

Сервер забезпечує доступ до ресурсів спеціалізованого IT- середовища через Українську науково-освітню мережу УРАН та через глобальну мережу Інтернет.

Сервер архівації повинен мати дві системи:

- Систему управління архівацією даних, яка формує дані з метаданими опису та обробки;
- Систему віртуальної архівації для роботи з ETL- сховищами даних та сховищем малтмедіа даних.

Система управління ресурсами здійснює координацію управління між всіма системами і підсистемами відповідних серверів та апаратно-програмними компонентами навчально-методичного блоку IT- середовища, що дозволяє розділити потоки управління і потоки даних в системі.

Навчально-методичний блок включає БД з навчальної інформації та ряд робочих станцій для створення навчальних матеріалів на базі результатів реальних технологічних експериментів (а в подальшому і результатів моделювання їх ходу при різних похідних даних та умовах).

На рис. 1 надана структурна схема інтеграції основних підсистем апаратно-програмного комплексу науково-навчального IT – середовища [5], де подвійними лініями зображено потоки даних, а одинарними – потоки управління.

Висновки

Розроблені нова структура для інтеграції підсистем комплексу обробки результатів експериментів з отримання дослідних зразків з наноелектроніки та програмні засоби для його компонентів на основі оригінальної технології зв'язування метаданих, повідомлень та даних з використанням розроблених брокерів обробки та управління та технології динамічної інтерпретації метамоделі. Визначено також відповідне ПЗ для реалізації серверів обробки і вебінарів з функціями трансляції відео- та звуку, демонстрації презентаційних матеріалів з використанням публічних веб-сервісів, які показали достатню ефективність запропонованого підходу. Описані вигоди до складових базових компонентів і підсистем.

Запропонована нова технологія обробки консолідованих даних і правила інтеграції інформації в спеціалізованому IT- середовищі

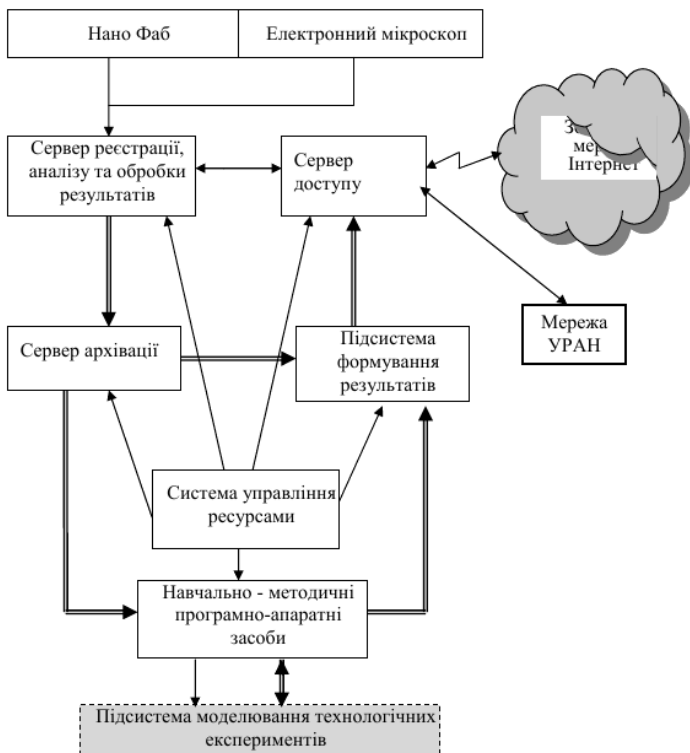


Рис. 1 – Структура схеми інтеграції основних підсистем науково-навчального середовища

для довготривалих складних експериментів, проведено аналіз його характеристик і надано рекомендації з питань організації зберігання даних і результатів експериментів у базах даних та сховищах.

Список використаних джерел

1. Якименко Ю.И. Нанoeлектроника: моногр. в 2 кн., кн. 2 Наноструктурированные материалы и функциональные устройства, / А.В. Богдан и др. / под общ.ред. акад. НАНУ Ю.И. Якименко. – Киев-София, Аверс, 2011. – 388 с.
2. Метод динамической интерпретации метамodelей в разработке прикладных информационных систем./ Стенин А.А., Тимошин Ю.А., Шемсединов Т.Г. – Материалы международной

научно-практической конференции “Академическая наука – проблемы и достижения” – М. – 2012. – с. 186–192

3. Распределенная информационная среда роботизированного производства с динамическим связыванием компонентов на основе интерпретации метамоделей./ Лисовиченко О.И., Тимошин Ю.А., Ткач М.М., Шемсединов Т.Г. – Bulgaria, Sofia, Technical University-Sofia, Bulgarian Journal for Engineering Design, issue 23, July 2014. – С.111–120.
4. Боркус В. Методы и инструменты интеграции корпоративных приложений: Отчет/ RC Group.– М.: RC Group, 2006.– 13 с.
5. Аткин А., Интеграция ИТ: основные понятия и технологии. 2009г.[Электронный ресурс].- <http://www.citcity.ru>
6. Створення науково-навчального ІТ- середовища ВНЗ з комплексної розробки та досліджень конкурентоспроможних технологій і матеріалів з наноелектроніки та нанотехнологій, науковий звіт № держреєстрації 0113U003351, 2014р., 216 стор.
7. Технология распределенной обработки данных и приложений с использованием динамически интерпретируемых метамоделей: зб. Адаптивные системы автоматического управления / Стенин А.А., Тимошин Ю.А., Шемсединов Т.Г., Мороз А.И. – 2014. – №. 1(24). – С. 128–138

Отримано 10.10.2015 р.