

Гапанюк Георгій Дмитрович

студент

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

НОВІТНІ ТЕНДЕНЦІЇ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНИХ АРХІТЕКТУР СИСТЕМ ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСАМИ ПІДПРИЄМСТВА

Анотація. У роботі виділені основні технології, що використовуються для побудови клієнт-серверних архітектур систем планування ресурсами підприємства. Проведено аналіз їх переваг та недоліків. Проведено огляд «товстих», «тонких» та «надтонких» видів клієнт-серверних архітектур.

Ключові слова: Enterprise Resource Planning (ERP), тонкий клієнт, надтонкий клієнт, клієнт-серверна архітектура, планування ресурсами підприємства, нульовий клієнт.

Вступ. Історія ERP-систем починається з «товстих» клієнтів, котрі використовували ресурсні можливості встановлених комп'ютерів для обробки та візуалізації даних, проте, частіше за все, зберігаючи данні у окремому сервері, тим самим реалізуючи клієнт-серверну архітектуру. Проте з часом ситуація змінилась й майже всі вітчизняні та іноземні ERP-системи перейшли до «тонкого» та навіть «надтонкого» клієнтів, виносячи обчислювальні потужності на виділені сервери та залишаючи за клієнтськими застосунками тільки функцію візуалізації обчислених даних. Водночас набирають популярність «надтонкі» клієнти, що займаються майже виключно ретрансляцією – на стороні сервера відбувається не

тільки обробка даних, але й формування візуальних форм котрі просто передають на клієнт. Обидва підходи до побудування застосунків мають свої переваги й недоліки, через що сфера їх використання відрізняється.

Таким чином постає проблема вибору архітектури систем планування ресурсами як й з боку клієнтів, так й з боку розробників. Але окрім «загальних» підходів, перед розробникам також стоїть проблема вибору конкретних технологій, а також порівняння їх з рішенням конкурентів.

Актуальність. Прогнозується, що дохід від ринку систем планування ресурсами підприємства сягне позначки в 66,38 млрд. доларів США до 2026-го року з сукупним середньорічним темпом росту на рівні 8,2%. ERP-системи є одним з компонентів сучасної модернізації ринку промисловості, автоматизуючи процес керування ресурсами підприємства згідно з принципами «Industry 4.0» й перед учасниками ринку стоять проблеми вибору. Окрім довгострокових трендів, існують також й короткострокові тренди, викликані пандемією COVID-19, котра сприяла оцифровці та автоматизації у виробничих секторах у всьому світі. Політика дистанційної роботи змусили багато організацій оцифрувати свої бізнес-процеси, включаючи ланцюжки поставок та управління продуктами, продажі та маркетинг, бухгалтерський облік та фінансові ресурси. Це призвело до зростання попиту на «хмарні» ERP-рішення й ринок продовжує стрімко зростати за останні місяці.

Мета дослідження. Метою огляду є аналіз існуючих технологічних рішень, що існують у сфері «тонких» та «надтонких» клієнт-серверних технологій систем планування ресурсами підприємства, що в контексті поточних тенденцій ринку є важливим для модернізації промисловості, особливо в контексті епідеміологічної ситуації та розвитку сфери дистанційної роботи.

Правильний підбір клієнт-серверної архітектури може впливати на зростання ефективності планування та впорядкування даних на одній платформі, регулювання операційних витрат та вдосконалення процесу прийняття рішень.

Існуючі підходи до побудови клієнт-серверної архітектури систем планування ресурсами підприємства

Товстий клієнт. Товсті клієнти, яких також називають важкими клієнтами, - це повнофункціональні комп'ютери, підключені до мережі. На відміну від тонких клієнтів, у яких можуть бути відсутні жорсткі диски та інші компоненти, товсті клієнти функціонують незалежно від того, підключені вони до мережі чи ні.

Хоча товстий клієнт повністю функціонує без підключення до мережі, він є лише "клієнтом", коли він підключений до сервера. Сервер може надавати товстому клієнту програми та файли, які не зберігаються на жорсткому диску локальної машини. Нерідкі випадки, коли робочі місця забезпечують своїх співробітників товстими клієнтами. Це дозволяє їм отримувати доступ до файлів на локальному сервері або використовувати комп'ютери в автономному режимі. Коли товстий клієнт відключається від мережі, його часто називають «робочою станцією».

Тонкий клієнт. Тонкий клієнт – це клієнтська машина, яка використовує сервер для виконання обробки даних. Для надсилання введених даних на сервер і отримання результатів виконання використовується або спеціальний «легкий» термінал, або ПК з встановленим програмним забезпеченням для тонких клієнтів. Тонкий клієнт не обробляє жодних даних; він обробляє лише інтерфейс користувача (UI). Перевагами є покращене обслуговування та безпека завдяки центральному адмініструванню апаратного та програмного забезпечення в центрі обробки даних.

Архітектура сягає корінням до перших часів централізованих мейнфреймів та міні-ЕОМ. У 1970-х і 1980-х машина користувача була терміналом, який обробляв лише вхідні та вихідні дані. Вся обробка даних проводилася на централізованому сервері.

Надтонкий клієнт. Надтонкий клієнт також називається «нульовим» клієнтом, не містить рухомих частин, але відтворює тільки, що обраховано та зберігається на сервері. Як результат, він не вимагає встановлення локального драйвера, не потребує оновлень та придбання ліцензії для операційної системи. Пристрій споживає дуже мало енергії, стійкий до втручань і абсолютно не здатний зберігати будь-які дані локально, забезпечуючи більш безпечну кінцеву точку. Хоча традиційний тонкий клієнт спрощений для багатопроTOCOLьного зв'язку клієнт-сервер, надтонкий клієнт має процесор, розроблений для одного можливого протоколу, таких як: HDX, DDP, RemoteFX, та PCoIP.

На надтонкому клієнті превстановлена «легка» прошивка, що через графічний інтерфейс встановлює зв'язок з сервером та декодує інформацію, що відображається. Подібна елементарна функціональність такого пристрою надає можливість використовувати термінали малої потужності, котрі будуть значно дешевші за повноцінний ПК та мають менше вразливих до поломок запчастин. Також «надтонка» прошивка надає істотну перевагу в сфері кібербезпеки, оскільки її прошивка має значно менше потенційних вразливих місць для хакерської атаки, тобто, вона ще безпечніша за тонкий клієнт. Її легкість та малофункціональність значно спрощує її адміністрування та підтримку, роблячи клієнт максимально простим, проте менш гнучким: наприклад, зазвичай надтонкий клієнт може підтримувати тільки один протокол зв'язку.

Різниця між тонкими та надтонкими клієнтами. Тонкі та надтонкі клієнти працюють дуже подібно один до одного. Обидва - це високопродуктивні пристрої кінцевих точок, які можна використовувати

для підключення до віддаленої машини та управління ними в централізованій обчислювальній інфраструктурі.

Тонкі та «нульові» клієнти інтегрують різні типи VDI-з'єднання. Пристрій тонкого клієнта включає різноманітні типи з'єднань, якими керує центральне сховище. Надтонкий клієнт включає принаймні два типи підключення, які, хоча і не потрібні, можуть контролюватися централізовано. Тобто, тонкі клієнти є більш гнучкими, тоді як нульові клієнти пропонують кращу продуктивність відео та графіки через те, що відповідні дані передаються протоколом, а не візуалізуються на тонкому клієнті.

Задоволення індивідуальних потреб користувачів за допомогою тонкого клієнта передбачає встановлення або розміщення відповідних програм. Пристрій забезпечує безперебійну роботу з клієнтами електронної пошти, браузером, переглядачами офісів або PDF-файлів та підключенням до застарілих програм клієнт-сервер. В свою чергу, надтонкий клієнт може отримати доступ тільки до програм, які знаходяться на сервері, проте якщо сервер має такі можливості, то цей пристрій здатний виводити зображення у високій якості.

Незважаючи на те, що тонкі клієнти мають незначні та рідкі оновлення програмного забезпечення, вони все одно потребують більшого адміністрування порівняно з надтонкими клієнтами. Ці пристрої зазвичай налаштовуються за допомогою шаблону з попередніх конфігурацій, що робить процес адміністрування дуже простим. Звісно, хоч тонкі клієнти й потребують оновлення, сервісне обслуговування цілком не таке важке й оновлення можуть бути запланованими, щоб кінцеві користувачі могли відповідно планувати та забезпечувати максимальну продуктивність. Цикли оновлень та технічного обслуговування є мінімальними, коли справа стосується надтонких клієнтів, а конфігурація є швидкою та простою.

Надтонкі клієнти представляють найбільш безпечні пристрої в цій сфері. У них немає операційних систем, які можуть бути вразливими до хакерських атак, і не зберігають дані в клієнтських комп'ютерах. Користувачі не можуть встановлювати несанкціоноване або шкідливе програмне забезпечення на надтонкому клієнті, помилково видаляти системні файли або копіювати інтелектуальну власність на знімні носії / флешки.

Переваги «надтонкого» клієнта над «тонким»:

Операційна система. Надтонкі клієнти не мають операційної системи. Вони використовують віртуальні або автономні сервери. Такий клієнт використовує специфічні функції тонкого клієнта і не розміщує операційну систему, тобто маючи наступні переваги:

- Повна захищеність від вірусів;
- Пам'ять не фрагментується;
- Висока доступність та стабільність;
- Завантажується за долі секунди.

Тонкі клієнти використовують локальну операційну систему, живлення комп'ютера та пам'ять. Тобто, це створює наступні недоліки:

- Ризик вірусів;
- Потребує оновлення операційної системи та генерує пов'язані з ними помилки;
- Завантаження займає більше час.

Застосування. Надтонкі клієнти використовують програми, розташовані на віртуальному або автономному сервері. Надтонкий клієнт може запускати найвибагливіші графічні програми та підтримувати найвищу якість за рахунок серверних потужностей. Таким чином, це створює наступні переваги:

- Не потребує програмних та безпекових оновлень;

- Забезпечує графічну продуктивність в залежності від серверних можливостей;
- Потребує меншого адміністрування;
- Завжди актуальна, не потребує власних оновлень після оновлення на сервері;
- Тонкі клієнти, на відміну від надтонких клієнтів, використовують встановлені застосунки. Таким чином, вони зіштовхуються з наступними проблемами:
 - Постійна необхідність оновляти застосунки та засоби безпеки;
 - Простий в процесі оновлення;
 - Необхідність більшого адміністрування клієнту.

Управління та конфігурація. Надтонкі клієнти не мають операційної системи, що дає вигоду у швидкодії та легкості налаштувань. Максимум – це оновлення чипсету, що відбувається вкрай рідко. Таким чином, це означає:

- Менше керування системою для кінцевого користувача;
- Зміни на сервері одразу доступні;
- Відсутність необхідності у бекапах та подібному через потенційну помилку під час оновлення;
- Декілька надтонких клієнтів можуть обслуговуватися водночас;
- Знову ж таки, тонкі клієнти через наявність операційної системи будуть потребувати додаткової конфігурації;
- Зросли управлінські витрати;
- Для доступу до змін на сервері необхідно проводити оновлення клієнта;
- Щось може зламатися після оновлення ОС або інших додатків.

Довговічність. У надтонких клієнтів немає рухомих частин, таких як вентилятор або жорсткий диск. Це означає, що надтонкий клієнт краще використовувати у поганих умовах, наприклад в запилених або вологих приміщеннях. Оскільки програми не встановлюються локально, надтонкий клієнт не страждає від проблем із продуктивністю. Ці два елементи гарантують, що ця машина прослужить набагато довше.

Тонкі клієнти мають, по відношенню до надтонкого клієнта, власний процесор і сховище даних. Крім того, вони використовують власні встановлені програми. Завдяки зростаючій пам'яті оновлень програмного забезпечення та збереженням на сховищі, а також процесору, у довгостроковій перспективі це може призвести до більших проблем, таких як падіння продуктивності та потребу у оновленні клієнтських пристроїв. Через це тонкий клієнт потенційно може мати набагато менший термін служби, ніж надтонкий.

Протоколи, що використовуються надтонкими клієнтами

Microsoft RemoteFX - це торгова марка Microsoft, яка охоплює набір технологій, що покращують розроблений Microsoft протокол відображення віддаленого робочого столу, що має назву RDP. RemoteFX вперше був представлений в Windows Server 2008 R2 SP1 і базується на розробці, яку розвиває Microsoft з моменту придбання Calista Technologies. Наразі даний протокол є частиною загального пакету «Служб віддаленого робочого столу».

PC-over-IP (PCoIP) - пропрієтарний протокол віддаленого керування, що був розроблений компанією Teradici. Наразі Amazon цей протокол був ліцензований для використання в «робочих столах» служби AWS від Amazon.

PCoIP був розроблений на базі UDP за наступним принципом: сервер формує зображення в піксельному форматі, кодує їх та стискає. Після цього сервер надсилає клієнту, на боці котрого відбувається

дешифрування. Різні зображення оброблюються різними кодексами, оскільки різні кодеки необхідні для різних задач. Також протокол підтримує динамічну адаптацію в залежності від мережі: так, у випадку, якщо для клієнта виділена смуга низької пропускної здатності то використовується стиснення з втратами, котре потім відновлюється за допомогою метаданих. Проте за замовчуванням використовується «стиснення без втрат».

Порівняння PCoIP та RDP

- Використання PCoIP і RDP як VPN: як протоколи PCoIP, так і RDP можна використовувати замість віртуальної приватної мережі компанії, коли корпоративний брандмауер недоступний або деактивований.
- Високий рівень безпеки та шифрування підключень: користувачі можуть встановлювати безпечні та зашифровані з'єднання з точками доступу або серверами через PCoIP або RDP.
- Безпека за допомогою AES: як PCoIP, так і RDP за замовчуванням підтримують AES-128, проте PCoIP надає можливість використовувати AES-256.
- Зменшення пропускної здатності: ця можливість доступна на протоколі PCoIP з метою оптимізації використання навантаження на глобальній та локальній мережах для збільшення їх швидкості. Пропускна здатність буде оцінюватися Remote Desktop Commander для відстеження номера RDP, який залежить від вашого налаштування.

HDX – технологія, що забезпечує «високу чіткість» для користувачів централізованих додатків та робочих столів, на будь-якому пристрої та в будь-якій мережі. Побудований на базі протоколу ICA, який вже 20 років відомий найкращим нетворкінгом в своїй сфері, HDX зарекомендував себе

у великих корпоративних середовищах і доступний мільйонам користувачів у всьому світі.

HDX розроблений на основі трьох принципів: інтелектуального перенаправлення, адаптивного стиснення та дедуплікації даних. Застосовувані в різних комбінаціях, вони призначені для:

- Покращення розробки на його основі та покращення користувацького досвіду;
- Зменшити навантаження на мережу;
- Збільшити кількість користувачів на хості.

Інтелектуальне переспрямування. Ця технологія перевіряє активність екрану, команди додатків, кінцевий пристрій, а також можливості мережі та сервера, щоб миттєво визначити, як і де відображати діяльність програми або робочого столу. Візуалізація може відбуватися як на кінцевому пристрої, так і на хостинговому сервері. Перенаправлення клієнта використовує потужності кінцевих пристроїв, якщо така є, щоб звільнити сервер для обробки інших процесів або інших користувачів. Перенаправлення пристрою перехоплює периферійні пристрої, такі як веб-камери, принтери, сканери, цифрові ручки та 3D-миші на локальному рівні, щоб дозволити користувачам взаємодіяти з цими пристроями в сеансах.

Адаптивне стиснення. Адаптивне стиснення є основною інтелектуальною властивістю протоколу ICA, що дозволяє доставляти важкі мультимедійні дані по «вузьких» мережевих з'єднаннях. HDX спочатку оцінює ряд змінних - наприклад, тип введення, пристрій та дисплей (текст, відео, голос, мультимедіа). Далі він вибирає оптимальний кодек стиснення та найкращу пропорцію використання процесора та / або графічного процесора. Потім він розумно адаптується на основі кожного унікального користувача та основи. Це розумно адаптується для кожного користувача або навіть для кожного сеансу.

Дедуплікація мережевого трафіку. Ця технологія зменшує сукупні дані, що передаються між клієнтом та сервером, використовуючи переваги повторюваних шаблонів у загальнодоступних даних, таких як растрові графічні зображення, документи, завдання друку та потокові носії інформації. Кешування цих шаблонів дозволяє передавати лише зміни по мережі, усуваючи повторюваний трафік. HDX також підтримує багатоадресну передачу мультимедійних потоків, коли одна передача від джерела переглядається декількома "абонентами" в одному місці, а не з'єднанням "один на один" для кожного користувача.

Висновки. Використання тонких й надтонких клієнтів стало дуже розповсюдженим в рішення для бізнесу й бюджетних установ й обидва варіанти мають свої переваги й недоліки для використання їх при розробці та інтеграції ERP-систем. По-перше, варто зазначити, що обидві технології вже закріпилися на ринку й мають достатній досвід інтеграції та супроводження, тому ризики, пов'язані з входженням в «нову сферу» вже не актуальні для подібних технологій. По-друге, робота в цьому напрямку через розповсюдження цієї технології необхідна хоча б для конкурентоздатності проєкту – «товстий» клієнт, скоріш за все, буде не підходити великій кількості замовників. Таким чином, реальний вибір зводиться до вказаних вище двох варіантів: тонкий й надтонкий клієнт.

Безумовною перевагою «тонких» клієнтів є гнучкість та універсальність технології, а також значно більший досвід впровадження клієнтам. А це, відповідно, значно легший пошук кадрів та більша впевненість клієнтів в тому, що саме їм продають.

Проте «надтонкі» клієнти також мають вагомі переваги: більша стабільність, дешевизну (через відсутність ОС та іншого ПЗ, що, можливо, буде необхідно купляти), захищеність від вірусів та невимогливість.

В підсумку, обидва рішення мають свою аудиторію та можуть бути кращими для різних клієнтів з різними предметними областями, що робить доцільним підтримку обидвох технологій для розробників ERP-систем.

Література

1. Deboosere, Lien & Vankeirsbilck, Bert & Simoens, Pieter & De Turck, Filip & Dhoedt, Bart & Demeester, Piet. (2012). Cloud-Based Desktop Services for Thin Clients. *Internet Computing, IEEE*. 16. 60-67. 10.1109/MIC.2011.139. 75. URL: https://www.researchgate.net/publication/260707566_Cloud-Based_Desktop_Services_for_Thin_Clients
2. Chan, Susy, "Architecture Choices for ERP Systems" (1999). *AMCIS 1999 Proceedings*. 75. URL: <http://aisel.aisnet.org/amcis1999/75>
3. Simoens, Pieter & De Turck, Filip & Dhoedt, Bart & Demeester, Piet. (2011). Remote Display Solutions for Mobile Cloud Computing. *IEEE Computer*. 44. 46-53. 10.1109/MC.2011.70. URL: https://www.researchgate.net/publication/220478488_Remote_Display_Solutions_for_Mobile_Cloud_Computing
4. Lai, Albert & Nieh, Jason. (2006). On the performance of wide-area thin-client computing. *ACM Trans. Comput. Syst.* 24. 175-209. 10.1145/1132026.1132029. URL: https://www.researchgate.net/publication/220439218_On_the_performance_of_wide-area_thin-client_computing
5. Irina Nyzhnyk, Viktor Lysak. (2019). The Main Aspects of the Introduction of ERP-Systems at the Machine-Building Enterprises. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*, c. 257-268. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_213.pdf