УДК 004.4

Глибовець М. М., Заболотний Р. І., Завадський І. О.

АНАЛІЗ СИСТЕМ ОНЛАЙН ДОКУМЕНТООБІГУ

У роботі розглянуто основні типи програмних систем пітримки онлайн документів. Проведено порівняльний аналіз найпопулярніших публічних сервісів онлайн документообігу, оцінено перспективи їхнього подальшого прогресу.

Ключові слова: *програмні системи, онлайн документи, документообіг.*

В работе рассмотрены основные типы программных систем поддержки онлайн документов. Проведен сравнительный анализ самых популярных сервисов онлайн документооборота, оценены перспективы их дальнейшего прогресса.

Ключевые слова: *программные системы, онлайн документы, документооборот.*

The basic types of the programmatic systems are in-process considered make on-line of documents. The comparative analysis of biggest-selling public services is conducted on-line of circulation of documents, the prospects of their subsequent progress are appraised.

Key words: *programmatic systems, on-line documents, circulation of documents.*

Вступ

Перехід до інформаційного суспільства вимагає значних світоглядних змін [1]. Однією з технологій, що спрощують роботу з інформацією в мережі Інтернет, є сервіс онлайн документів, який дозволяє спростити роботу з електронними документами і уникнути таких проблем, як втрата інформації чи злиття різних версій одного документа.

Перед будь-якою організацією, яка має більше, ніж одне представництво, рано чи пізно постає питання передачі, синхронізації і спільної роботи над документами. Основне і найбільш вживане рішення – це створення централізованого офісу з обробки і зберігання документів. Якщо обмежитися електронним документообігом, то таке сховище реалізується за допомогою централізованого сервера, який надає захищений і авторизований доступ до сховища даних. З часом таке сховище стає «мозком» організації, а тому його функціонування і захищеність є життєво важливими для існування організації, оскільки втрата або й навіть просто витік інформації може вилитися у великі проблеми для організації. Тому для підтримки і розвитку інформаційного центру наймаються великі групи системних адміністраторів, розробляються або купуються дорогі системи, дороге обладнання і надійні засоби доступу до мережі.

На сучасному етапі ще немає чіткої позиції що є кращим: піднімати своє файлове сховище, наймати персонал для його обслуговування і оновлення чи користуватися вже існуючими системами, які надають саме цей сервіс через мережу чи через Інтернет. Зрозуміло, що обидва підходи мають свої мінуси і плюси, які ми вже обговорювали, але давайте спробуємо розібратися, які проблеми є найсерйознішими і мають враховуватися прихильниками кожного з підходів.

Основними проблемами власної системи документообігу можна назвати вартість її розгортання і обслуговування: на етапі розгортання треба закупити або розробити все необхідне програмне забезпечення і апаратну частину і найняти і навчити спеціалістів, які будуть працювати з системою. Під час обслуговування системи треба утримувати спеціалістів, оновлювати програмне забезпечення, обслуговувати апаратну частину. Як видно з цих проблем, вони мають постійний характер і нема ніяких перспектив, що з часом вони зменшаться чи щезнуть.

Якщо ж глянути на систему документообігу як на сервіс, що надається ззовні, то бачимо, що всіх перелічених вище проблем тут немає: на перше місце виходять проблеми підключення (оскільки з’являється пріоритетна необхідність наявності постійного підключення до Інтернету) і його швидкості: низька швидкість роботи зі сховищем суттєво сповільнює всю роботу, що з ним може бути пов’язана з ним. Звісно, платити за сховище теж доведеться, але все ж, звісно, не стільки, як за своє, – все-таки є ще й інші абоненти. З іншого боку, буде значно краще апаратне і програмне забезпечення, ніж можна було б собі дозволити, якщо піднімати систему в себе.

Зазначимо, проблеми з онлайн сховищами, хоч і критичні зараз, але в майбутньому якщо не щезнуть, то втратять вагу: підключення до Інтернету з’являється скрізь, а його якісь невпинно зростає.

З цього і випливає те, що все більше і більше компаній та й просто маленьких групок людей, яким потрібна система документообігу чи файлосховище, схиляються до роботи з професійно розробленими онлайн сховищами, замість того, щоб створювати своє, власне. З іншого боку, провайдери таких послуг теж роблять все, що в їхніх силах, щоб покращити сервіс і зацікавити користувачів в своїх послугах.

Саме тому, так, як колись в руки спеціалізованих компаній перейшло створення і обслуговування комп'ютерних мереж в межах підприємств і між абонентами, так само і зараз прослідковується тенденція, що інформація користувачів переноситься з локальних комп'ютерів на спеціалізовані сховища в мережі, які є і зручнішими, і безпечнішими, і вигіднішими усім користувачам.

Метою цієї роботи є огляд існуючих систем онлайн документообігу та їх порівнянльний аналіз

Огляд систем онлайн документообігу

Оскільки все більшої популярності в користувачів і компаній набуває використання онлайн сховищ для збереження даних, все більше з'являється компаній, що пропонують скористатися саме їхньою системою онлайн документообігу. Так кого ж вибрати? Наявні тут і повністю безкоштовні продукти, і безкоштовні з платним розширеним функціоналом і місцем. А існують і повністю платні. Кому повірити? Відомим компаніям, що вже роками існують на ринку онлайн-послуг, чи новачкам, які тільки-но з'явилися? Довіряти компанії, яка має великий спектр послуг, чи тим, хто займається тільки онлайн сховищами даних? Спробуємо розглянути детальніше основних гравців на цьому ринку. Оскільки системи онлайн документообігу тільки з'являються, ще не вироблені критерії, за якими слід оцінювати такі системи.

Для певної уніфікації спробуємо розглянути їх з позицій нового користувача: оцінимо спектр послуг, цінову політику і відгуки користувачів. Для того, щоб краще розподілити існуючі системи і порівнювати їх між собою, виділимо насамперед критерій, який суттєво впливає на функціонал і цінність для користувачів. Всі системи можна розподілити на ті, що працюють з будь-якими даними однаково, і ті, що працюють тільки з певними типами (форматами) даних, такими, як програмний код, офісні документи, фотографії. До другої категорії належать також пропоновані сервіси (сервіси Офіс 2.0), відтворення в веб-броузері функціоналу таких програм, як текстовий процесор, табличний процесор, редактор фотографій, презентацій чи, навіть, бази даних.

1. Універсальні системи документообігу

Онлайн системи документообігу – це не тільки спосіб передачі файлів через мережу іншій людині а й можливість збереження важливих документів у певному безпечному і легкодоступному місці для *власного* користування.

– ***FilesAnywhere***

Сервіс *Files Anywhere* (FA) був випущений в світ ще 1999 року компанією-власником Officeware Systems. У сервіса вже є досить довга і продуктивна співпраця з користувачами, а тому їм є що показати потенційним клієнтам серед яких є такі відомі компанії як Thomson чи Cisco.

FA пропонує надійне і захищене сховище даних у вебі з можливістю спільного і версійного доступу без конфліктів. Будь-якому користувачу (як безкоштовному, так і платному) надається повноцінний веб-інтерфейс для завантаження і керування файлами на сервері з комп'ютера або навіть з телефона чи смартфона. Всі користувачі мають можливість користуватися повноцінним пошуком як за назвами файлів, так і за вмістом і ключовими словами. Також усім доступна можливість скачати певну сукупність файлів у вигляді одного архіву, що часом може бути дуже корисно. Усім користувачам надається можливість надсилати великі файли чи навіть папки іншим користувачам FA або й навіть стороннім людям як на правах перегляду, так і з дозволом на внесення змін [2].

Кожен користувач сервіса має можливість версійно працювати з файлами з усім необхідним функціоналом – вносити зміни, переглядати історію змін, відміняти окремі зміни, повертати стан файлу на певну дату чи певну версію. Можна отримувати повідомлення на e-mail про зміни в файлі, які вас цікавлять.

Вся робота через веб-інтерфейс в FA ведеться через HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) із 128-бітним SSL (Secure Sockets Layer), а для платних користувачів надаються також інші, більш захищені чи швидші способи роботи зі сховищем.

Також варто зазначити, що безкоштовні користувачі мають обмеження на щоденний трафік та загальний розмір сховища в 1 гігабайт, тоді як платні користувачі можуть вибирати собі обмеження на розмір сховища виходячи із власних потреб. Тільки платним користувачам дозволяють працювати над документом одночасно, а тому надають можливість повноцінної роботи з версійністю документів і спільним доступом. Для корпоративних клієнтів пропонується і можливість розгортання власного сайту чи домену та поштового сервера чи будь-якого іншого сервера.

Для безкоштовних користувачів доступ до даних можливий тільки через веб, тоді як для платних надається додаткова альтернатива доступу по FTP з кількома різними способами захисту з'єднання.

Платні клієнти мають можливість також скористатися кількома різними застосування для ручного і автоматичного резервного копіювання і синхронізації даних між локальним комп'ютером і веб-сховищем.

Окремо варто відмітити можливість підключення сховища FA як віддаленого мережевого диску з усім відповідним функціоналом: з'являється видимість прямої роботи з файлами без ніяких додаткових програм!

Варто згадати що FA пропонує ще й API для написання власних застосувань для роботи з їх системою документообігу, що суттєво розширює можливості і потенційний функціонал, який можна розробити самому або знайти в банку вже існуючих застосувань.

FA – це не тільки універсальна система документообігу, цей ресурс також містить і всі функції, властиві спеціалізованим системам, таким, як офіс 2.0. У ньому теж можна працювати з усіма типами офісних документів прямо у браузері. Але FA віднесені до універсальних систем документообігу не

тільки тому, що початково вони були саме такими: навіть зараз основним напрямком, на який вони орієнтуються, є саме універсальне файлове сховище для резервної копії чи спільної роботи. В FA можна працювати зі спеціалізованими типами документів тільки тому, що вони уклали угоду про співпрацю з іншим учасником нашого огляду: *Zoho*, а тому і розглядатимемо цей функціонал саме в межах основного проекту *Zoho*.

– ***Amazon Simple Storage Service***

Amazon Simple Storage Service (*Amazon S3, ASSS)* – це один з наймолодших і найамбіційніших проектів серед систем онлайн документообігу. Він був запущений весною 2006 року компанією-власником Amazon, Amazon Web Services LLC.

На відміну від попереднього проекту, *Amazon S3* зосередилися на трохи іншій цілі – вони надають необмежене сховище під будь-які потреби. В ASSS відсутні яскраві і зручні веб-інтерфейси для керування даними чи якась специфічна робота з різними типами даних. Вони сприймають будь-що як «пакет» даних (bucket), який треба надійно зберігати і швидко віддати за звертанням користувача. З цього випливає, що ASSS не є орієнтованими на кінцевого користувача: це, швидше, сховище даних для якогось проекту, який вже надаватиме інтерфейс користувачам. Яскравим прикладом цьому є *SmugMug*, відомий сервіс збереження цифрової фотографії [3]. Навіть деякі проекти, такі як *Dropbox***,** про які буде розказано далі, теж користуються ASSS *S3* для зберігання інформації користувачів.

Утримування сотень серверів і RAID масивів для зберігання даних – це дороге задоволення, а тому виникає резонне запитання: чому Amazon вигідно те, що інші вважають не вигідним? Прямо на це запитання Amazon не відповідає, але найлогічнішим варіантом є масштаби їх системи і технологія. ASSS використовує хмарну технологію і мінімум надлишковості даних. Насправді дані зберігаються в різних дата-центрах розкиданих по найрізноманітніших місцях і просто координується з серверів *Amazon*, але для користувача це виглядає як звичайний хостинг [4].

Робота з ASSS можлива кількома способами: працювати через HTTP простими запитами (REST) або через SOAP. Скачувати файли можна через HTTP або по протоколу BitTorrent, який надає можливість непослідовного закачування файлів, докачки, можливість пошуку додаткових джерел і розвантаження мережі.

Для роботи з ASSS використовуючи мови більш високого рівня, Amazon Web Services надали API для різних мов програмування [5], яким і успішно користуюся багато розробників для створення не тільки веб-сервісів для роботи з S3, а й настільних застосувань.

ASSS надає механізм версійного контролю над файлами, який можна включити, якщо є така потреба. Для захисту даних від пошкодження і від втрати вони використовують свій алгоритм перевірки цілісності даних, який базується на регулярному звірянні хеш-сум і надлишковому збереженні даних для відновлення при пошкодженнях.

Цікавою є можливість «генерації» пакетів на сервері зі статистичними даними за іншим пакетом чи статистичними даними роботи користувача взагалі, що дозволяє просто і зручно вести облік діяльності і генерувати звітність у зручній формі.

Оцінюючи цінність ASSS для розробників або компаній, можна сказати словами Дона МакАскіла, розробника *SmugMug*: «новий YouTube буде створений двома студентами в гуртожитку з використанням *Amazon S3* приблизно за 0 $» [6]. Це пояснюється тим, що для започаткування такого проекту, як *YouTube*, раніше треба було мати значні початкові фінансові вливання для створення інфраструктури серверів, мережі, купівлі надійних і швидких каналів, великої кількості персоналу, а тепер, використовуючи *Amazon S3*, цього всього не потрібно: всім цим займається *Amazon S3*, а тому розробникам залишається займатися тільки тим, чим вони й мають займатися: впровадженням нових ідей і технологій, які можуть бути цікавими для користувачів.

– ***DropBox***

Історія *Dropbox* (DB) почалася з того що Дрю Х'юстон, засновник і власник компанії *Dropbox Inc*, часто губив свою флешку з усією важливою інформацією яка там була. Його спроби використати існуючі можливості зберігати критичні файли в Інтернеті (на e-mail чи файловий хостинг) виявилися складними, довгими і не давали достатньої гнучкості щоб можна було достатньо просто і легко розв'язувати конфлікти версій і шукати файли. Намагаючись зробити якесь застосування яке б вирішувало цю проблему, Дрю зрозумів що, тим самим, він може допомогти іншим людям зі схожими проблемами. В 2007 році він заснував фірму, а в 2008 вже офіційно з'явилася перша версія застосування DB для користувачів [7] .

Основною ідеєю сервісу DB було розробити каркас застосувань для синхронізації документів користувача на різних комп'ютерах та інших пристроях з підключенням до Інтернету. Для користувача це виглядає якнайпростіше, він створює директорію на будь-якому комп'ютері і асоціює її з DB. Тоді, будь-які файли і теки, покладені в цю директорію, автоматично синхронізуються зі сховищем в Інтернеті. Якщо ж вносяться якісь зміни в онлайн-відображення цієї директорії, вони автоматично скачуються до локального сховища. Таким чином вміст цієї директорії завжди однаковий на всіх пристроях на яких вона налаштована.

Сервіс DB підтримує версійність файлів, а тому можна відновити стан теки чи окремих файлів на будь-яку дату. Також працює система злиття змін для текстових файлів, що дозволяє без проблем вносити зміни не тільки з різних пристроїв, а й навіть одночасно різними людьми. В безкоштовній версії, версійність файлів простежується впродовж останніх 30 днів, тоді як в платній версії можна замовити версійність впродовж будь-якого терміну.

Для використання DB на операційну систему необхідно встановити сервісне застосування яке і буде займатися синхронізацією і внесенням змін в онлайн сховище. Для того щоб можна було синхронізувати дані між різними програмними платформами і приладами, DB розробили низку реалізацій клієнта: для всіх основних комп'ютерних і мобільних платформ, а також надали можливість працювати зі сховищем онлайн використовуючи веб-броузер [7].

При використанні такого сервісу, майже одразу постає питання швидкості з'єднання і використання каналу застосуванням: користувач сподівається що робота DB буде непомітна і не обтяжлива для нього і Інтернет-каналу. Щоб вирішити цю проблему, DB додали такі функції як можливість обмежити частину Інтернет-каналу яку використовуватиме сервіс. Якщо здійснюється передача великих файлів, то не треба піклуватися користувачу про наявність з'єднання з Інтернетом впродовж всієї передачі. DB підтримує поновлення передачі і виправлення помилок передачі без перекачування. Також варто згадати про те що якщо здійснюється редагування великого файлу, система пересилає через Інтернет тільки те що змінилося а не весь файл, що додатково зменшує навантаження на Інтернет-з'єднання [16].

Оскільки DB працює з приватними даними користувачів – безпека на першому місці на всіх етапах роботи. Будь-яка передача інформації здійснюється з використанням SSL. Всі дані що зберігаються в файловому сховищі шифруються алгоритмом AES-256 за допомогою пароля користувача. Програмне забезпечення системи тестується на стійкість до хакерських атак, а всі знайдені проблеми одразу ж виправляються. Навіть якщо користувач відкрив доступ до файлів комусь іншому, відкриють ці файли тільки ті що мають посилання на вказане сховище, оскільки воно не індексується пошуковцями і не доступне з сайту DB.

Для зберігання такого великого масиву даних користувачів одразу ж було заплановано *Amazon S3*, оскільки, зважаючи на досвід інших компаній, розробники DB зрозуміли що розгортання власного сховища є надто дорогим і складним заняттям. Але з цього не виходить що DB жорстко прив'язаний до *Amazon S3***.** Уже зараз планується створення резервного сховища для преміум-клієнтів, які згодні платити за збільшення надлишковості в зберіганні даних. Дрю Х'юстон каже що DB не є жорстко прив'язані до *Amazon S3***,** а тому, як тільки з'являться кращі і вигідніші альтернативи, – вони можуть перейти на інше сховище [17].

– ***HyperOffice***

HyperOffice (HO) – це ще одна компанія що виникла в епоху дот-ком буму 1999 року. Основною ідеєю їх діяльності була спроба створити систему групової роботи для підприємства, і цю ідею вони пронесли до тепер. HO орієнтується на малі і середні підприємства, намагаючись задовольнити всі їх потреби в застосуваннях для спрощення роботи.

HO пропонують свою систему e-mail, яка працює як з веб так і може бути інтегрована в такі відомі застосування як Outlook. До неї додається розгорнута система контактів, яка може бути спільна для всієї компанії або окрема в кожного працівника. Пропонується гнучка система календаря і завдань, ілюстрація всього процесу їх виконання і звітування, аналіз активності. Дозволяється розгорнути свій форум або й навіть мережу форумів і надати всім працівникам сервіс миттєвих повідомлень. Основною ідеєю всього цього продукту є можливість надавати всі ці послуги використовуючи тільки веб-броузер, а, тим самим, надається однаковий інтерфейс для будь-якої комп'ютерної платформи.

Але в рамках цього дослідження, особливо варто звернути увагу на технологію *HyperStorag*e і *HyperDrive*, в межах яких кожній компанії виділяється певне сховище, в якому можуть зберігатися документи, кореспонденція, база даних або якісь інші дані. Робота з цим сховищем може бути здійснена за схожими принципами що і в DropBox, тобто це може бути певна директорія яка синхронізується між різними комп'ютерами. Але, на відміну від DropBox, тут наголос йде саме на одночасну роботу з файлами: кращі алгоритми зливання одночасних змін, можливість додавати коментарі до змін або навіть вести цілі обговорення цих змін. Можна виставляти права доступу до файлів для кожного користувача окремо. Якщо про зміни в якомусь файлі чи теці треба інформувати інших – є можливість надсилати повідомлення до підписаних учасників на будь-які зміни у вказаному файлі. Цікавою є можливість з'єднувати деякі файли з завданнями чи окремими людьми, що дозволяє простіше асоціювати і працювати з цими файлами [8].

– ***SkyDrive***

Як тільки стало ясно що перенесення даних і застосувань в Інтернет є не просто дивацтвом а тенденцією, в 2005 році Microsoft започаткував свій набір служб і застосувань базованих на вебі під назвою *Windows Live* (WL). Цей сервіс було запропоновано як розширення і вдосконалення існуючого порталу *MSN*, хоч сам портал залишився і навіть зараз існує параллельно [9].

До складу WL увійшли не тільки веб-застосування, а також і застосування які вимагають установки на комп'ютер користувача. Сюди належать такі застосування як *Windows Live Mail* (в Інтернеті пошта представлена вдосконаленою і розширеною службою *Hotmail*), *Windows Live Messanger*, *Windows Photo Gallery* та іншими. Серед них і два сервіси якірозглянемо детальніше: це *SkyDrive* і *Microsoft Office Web Apps.*

Microsoft Office Web Apps – це спроба зайняти свою нішу на ринку Офіс 2.0-застосувань. До складу цього сервісу увійшли такі веб-застосування як Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint і Microsoft OneNote. За допомогою цих застосувань користувачі можуть редагувати документи відповідних типів використовуючи тільки веб-браузер. Детальніше цей сервіс буде розглянуто далі, в порівнянні з іншими аналогічними застосуваннями.

SkyDrive – це підґрунтя на якому базуються багато інших застосувань *Windows Live*. *SkyDrive* представляє собою файлове сховище для всієї інформації що користувачі зберігають для роботи в веб-просторі порталу Windows Live. *SkyDrive* надає можливість через веб-інтерфейс працювати з усіма файлами користувача, але це можна зробити і використовуючи інші сервіси Windows Live, такі як *Windows Live Photos*, *Live Groups* чи застосування Office.

Доступ до *SkyDrive* (SD) контролюється за допомогою Windows Live ID – уніфікованого ідентифікатора доступу до всіх служб Windows Live. Зараз SD надає 25 гігабайт місця будь-якому користувачу безкоштовно, що, безумовно, є найблільше безкоштовне сховище серед конкурентів. Але Microsoft накладає також ряд обмежень на використання сховища: там не можуть зберігатися файли більші ніж 50 мегабайт кожен, одночасно можна завантажувати до 5 файлів, обмежується максимальна швидкість завантаження.

Хоч і розмір сховища SD є, певною мірою, винятковим, але набір функцій середовища поки що не сильно дотягує до конкурентів. Дозволяється здійснювати базові операції з файлами (створювати, копіювати, стирати, перейменовувати), дозволяється відкривати доступ до файлів іншим користувачам і, навіть, робити доступ до певних файлів відкритим для всіх. Є можливість скачувати вміст папок в 1 zip-архіві. Можна слідкувати за вмістом відкритих папок за допомогою RSS – так можна отримувати інформацію про додавання нових файлів.

Варто згадати також інший сервіс Windows Live, який є, певною мірою, суміжним з SD, хоч і, на даний момент, не використовує його. Це *Windows Live Sync* (WLS). За допомогою цього сервісу можна синхронізувати дані між різними комп'ютерами і навіть отримувати віддалений доступ до даних на іншому комп'ютері, якщо він зараз включений і відомий його Live ID (ця опція за замовчуванням відключена, але може бути включена користувачем).

WLS для роботи створює однорангову мережу і в фоновому режимі передає файли що змінилися. Дозволяється синхронізувати до 20 папок по 20 000 файлів у кожній. Розмір кожного файлу не може перевищувати 4 гігабайти [9].

Фактично, WLS не встановлює обмеження на загальний розмір даних що синхронізуються, а тому, здавалося б, є дуже вигідном користувачам, на відміну, навіть, від *Dropbox*. Але, по-суті, *Dropbox*, хоч і накладає суттєві обмеження на безкоштовних користувачів, надає більш надійний і повноцінний сервіс резервного копіювання і синхронізації даних користувача, оскільки всі дані синхронізуються з онлайн сховищем, тоді як в WLS комп'ютери взаємодіють тільки між собою шляхом прямого з'єднання, якщо його вдається встановити. З іншого ж боку, суттєвою перевагою WLS є те що воно повністю безкоштовне і достатньо функціональне якщо треба просто синхронізувати дані між кількома комп'ютерами в мережі. Якщо ж це застосування теж буде підключене до сховища *SkyDrive* і отримає додатковий, пов'язаний з цим, функціонал, то його цінність для користувачів значно зросте.

Існує багато інших універсальних систем документообігу, але розглянуті є найяскравішими і найвиразнішими представниками підвидів цих систем, саме тому для огляду було вибрано їх. Інші системи є або менш відомими або мають дуже схожий функціонал і призначення на ті що вже були описані.

2. Спеціалізовані системи документообігу

Тепер перейдемо до огляду спеціалізованих систем документообігу, які не намагаються перетворитися на сховище для всіх даних користувача, а заміняють собою офісні застосування або інші спеціалізовані програми, тим самим спрощуючи роботу користувача в мережі і зменшуючи кількість необхідних програм які йому треба встановлювати на власний комп'ютер для того щоб комфортно працювати.

Всі ці системи документообігу можна включити до концепції «*Software as a Service*» що зараз набуває популярності.

Саме до цього класу систем документообігу належать і спроби реалізувати, так званий, Office 2.0: набір веб-застосувань які б повністю замінили Microsoft Office чи альтернативні системи. Почнемо ми огляд саме з такої системи.

– ***Zoho Office Suite***

Zoho – це одна з перших спроб створити онлайн-сервіс який би мав схожі можливості до застосувань що входять в пакет *Microsoft Office*. Сервіс *Zoho* було запущено в 2005 році. Тоді до його складу входив тільки текстовий процесор – *Zoho Writer*. З часом почали додаватися інші застосування і на даний момент в *Zoho Office Suite* (ZOS) входить 22 застосування, 9 додаткових сервісів (таких як плагіни до *Microsoft Office* чи гаджети Zoho) і 4 додаткові онлайн утиліти, серед яких і система онлайн-тестування [10].

Доступ до застосувань ZOS є безкоштовний, але функціонал в безкоштовній версії є обмежений базовими можливостями – більшість специфічних функцій доступні тільки в платній версії.

Варто відзначити що ZOS надає повноцінний і функціональний API для програмної роботи з усіма основними сервісами *Zoho*. За допомогою цього API можна реалізувати те що неможливо реалізувати в межах існуючих редакторів, але потрібно користувачам. Як мову розробки застосування можна вибирати *PHP* або *Java*, що дозволяє достатньо просто включити створені застосування в існуючий портал *Zoho*. API для роботи з сервісами *Zoho* розділяється на два типи залежно від того де розташовується застосування яке використовує API: *Remote API* – створється і зберігається на зовнішніх серверах, і *Data API* – зберігається на серверах *Zoho* і працює як розширення функціональності *Zoho Office Suite*.

Zoho Writer (ZW) – це перше застосування яке було запущене в 2005 році в рамках *Zoho Office Suite*. *Zoho Writer* підтримує роботу з основними текстовими типами *Microsoft Word* і *Open Office* (doc, docx,

txt, rtf, odt, sxw, pdf та інші). Також тут надається можливість вставляти в документи зображення основних типів не тільки завантажуючи їх на сервер і включаючи їх в документ, а й вставляючи посилання на зображення в документ. Аналогічно дозволяється працювати з відео і музикою. ZW – це перший текстовий процесор що дозволив повноцінно працювати користувачу навіть за відсутнього з'єднання з інтернет: всі внесені зміни будуть синхронізовані як тільки з'явиться підключення. В ZW включена підтримка *LaTeX*, яка дозволяє вставляти в документ формули і робити інші операції з розміткою документу.

Взагальному, хоч ZW – це перше застосування яке було розгорнуте на платформі ZOS, але по функціоналу воно ще не дотягує до *Microsoft Word*. Зрозуміло, різниця не велика (особливо в платній версії) але, все ж, деякі функції або просто неможливо зробити або ніхто в них не зацікавлений, а тому компанія витрачає час на те щоб зробити щось справді потрібне і корисне в інших застосуваннях.

Zoho Sheet – це процесор електронних таблиць в ZOS. Крім основних обчислювальних функцій електронних таблиць, Zoho Sheet надає можливість будувати різноманітні графіки і діаграми (в тому числі і 3D), публікувати документи і імпортувати/експортувати дані з таблиць. Також тут присутня можливість писати свої макроси, в тому числі і на VBA.

Можна згадати і *Zoho Show* – сервіс який дозволяє працювати з презентаціями. Крім того що можна створити презентацію практично будь-якої складності, її можна розмістити на будь-якій зовнішній сторінці в Інтернет для перегляду. Також можна робити презентації онлайн: можна контролювати показ презентації і супроводжувати аудіопотоком всім хто дивиться презентацію.

Робота над ZOS і надалі триває – вводяться нові сервіси, додається функціонал до вже існуючих, знімаються обмеження – *Zoho* робить все що в їх силах щоб користувачі були задоволені якістю і функціоналом який їм надає *Zoho*. Зараз *Zoho* активно інтегрують сервіси *Google Apps* зі своїми, що надає користувачам можливість використовувати кращі сторони обох конкурентів на цьому ринку.

– ***Google Docs***

Google Docs – це безкоштовний набір офісних онлайн застосувань що надаються *Google*. Створення цього офісного пакету почалося в 2005 році, коли *Google* викупили в *Writey Team* їх продукт – текстовий процесор *Writey*. Паралельно з цим було куплено в *XL2Web* онлайн застосування для обробки електронних таблиць, яке було перейменоване в *Google Spreadsheets* і допрацьоване до необхідного рівня. *Google Spreadsheets* було запущено в 2006, це і стало початком *Google Docs* [11]. Спочатку *Google Docs* (GD) було відділено від інших сервісів *Google*, але з часом пішов процес інтеграції. В 2007 році GD було приєднано до *Google Apps* і переведено на спільну систему реєстрації базовану на Акаунті *Google*. Того ж року до застосувань GD було додано сервіс презентацій. 2009 року компанією *Google* було запропоновано API за допомогою якого можна було б контролювати і додавати функціонал до GD. Тоді ж до GD додалися програми для створення форм і редагування зображень. 2010 року *Google* узагальнили файлове сховище GD і обмежили його в 1 гігабайт. Розмір сховища можна збільшити, але послуга надається на платній основі.

Основним наголосом в GD є кооперативна робота над документами. Тут існує повноцінна історія версій і якісний алгоритм злиття змін. Цікавою функцією є підсвітка поточних змін кожного користувача: якщо кілька людей працюють над одним документом одночасно, поточні зміни кожного підсвічуються в інших користувачів. Поруч біля документа є вікно спільного чату, в якому користувачі що зараз редагують документ можуть спілкуватися.

Якщо ж обговорювати функціонал характерний звичайним офісним застосуванням, GD поки не дотягує до того рівня що є в *ZOS*, але це можна пояснити безкоштовністю GD і відносно молодим віком, порівняно з *ZOS* і *Microsoft Office*. З іншого боку, якщо порівнювати GD з бекоштовною версією *ZOS*, їх функціонал приблизно одинаковий.

GD підтримує роботу з усіма основними типами документів, дозволяє імпортувати і експортувати в них. Важливою функцією є автоматичне збереження: будь-які зміни в документах GD періодично зберігаються, а тому зменшується імовірність втрати даних користувача. А завдяки наявності історії змін кожного документа менш імовірно що щось буде втрачене через помилкове стирання чи автоматичне збереження.

Значною проблемою GD є відсутність можливості роботи з документами за відсутності підключення до Інтернету. Фактично, така функція вже була розроблена і запущена в 2008 році, але, через наявні помилки і недоліки, її дію було тимчасово призупинено[11].

Цікавою функцією яку надає GD є можливість переглядати і, навіть, обмежено редагувати документи використовуючи мобільні пристрої. Звичайно, функціонал там дуже обмежений, але це, швидше, спричинене обмеженнями мобільних Інтернет браузерів і новизною цього способу доступу до документів.

Окремо варто згадати *Google Forms*, які є, по-суті, розширенням на *Google Spreadsheets*. За допомогою *Google Forms* можна ставити запитання і аналізувати результати, але орієнтовано воно, швидше, не на проходження контрольних тестів по якійсь темі (хоч і це можна зробити), а на статистичні опитування чи збирання даних для подальшого аналізу чи використання. Тобто, хоч і в *Google Forms* реалізовано більшу кількість запитань ніж в *Zoho Office Suite*, але продукт *Zoho* є більш повноцінним і функціональним. Хоча, знову ж, якщо порівнювати тільки безкоштовну версію то різниця не буде такою значною.

– ***Office Web Apps***

Office Web Apps (OWA)– це проект яким Microsoft намагається не відставати від конкурентів і теж винести хоч частину застосувань в Internet. Про розробку такого продукту було заявлено в 2008 році, але офіційний появи відповідного сервісу кілька разів переносився і переосмислювався [12]. На даний момент OWA в стані preview і доступний тільки для обмеженої кількості користувачів з Америки і Японії. Повномасштабний запуск платформи зараз запланований на 15 червня 2010, разом з виходом *Microsoft Office 2010*.

На даний момент функціонал preview версії є обмежений і не відповідає тому що буде в повноцінній версії, тому складно порівнювати OWA з іншими аналогічними продуктами конкурентів. На даний момент Microsoft позиціонує OWA як онлайн доповнення до *Microsoft Office 2010*, яке дозволятиме більш повноцінно і зручно використовувати це застосування [12]. Звичайно, в OWA буде можливість працювати і за відсутнього встановленого Microsoft Office на комп'ютері, але повноцінно використовувати всі можливості застосування можна буде саме якщо є встановлений *Microsoft Office 2010* локально.

– ***SourceForge***

Всі системи які були розглянуті перед цим були представниками концепції Office 2.0, але не варто думати що це єдиний напрямок розвитку спеціалізованих онлайн сховищ – це просто частина спеціалізованих сховищ яка орієнтується на офісну роботу, якою займаються більшість користувачів комп'ютерів. Саме тому такі системи є більш поширеними. Але існують і інші системи які не менш корисні і теж дуже спрощують роботу користувачів. Розглянемо найбільшу з онлайн систем, орієнтованих на програмістів – *SourceForge* розробленою компанією Geeknet.

SourceForge (SF)– це найбільший портал для розробки безкоштовних застосувань з відкритим вихідним кодом. На кінець 2009 року тут розроблялося більше 230 000 проектів і було зареєстровано більше 2 мільйонів користувачів [13].

SF з'явився як безкоштовний портал для допомоги в розробці застосувань. Для реклами свого продукту компанія вирішила підняти розширену версію цього продукту у вільному доступі. З часом функціонал адаптувався до реальних потреб користувачів і тепер SF надає безкоштовні послуги онлайн системи керування проекту для всіх хто розробляє застосування з відкритим вихідним кодом.

Зрозуміло що основним напрямком діяльності проекту є онлайн сховище вихідних кодів застосувань і робота з ними. Зараз підтримуються такі системи контролю версій як SVN, Git, Mercurial, Bazaar і CVS. Таким чином, розробники застосувань мають можливість безкоштовно створити онлайн репозиторій, користуючись системою контролю версій яка їм зручніша і, разом з цим, отримувати змогу користуватися всіма іншими можливостями SF. Крім репозитарію SF надає можливість розгорнути свій власний веб-сайт де на додаток до веб-хостингу, надається можливість скористатися вже існуючими шаблонами дизайну сайту.

Для самого процесу розробки SF пропонує такі сервіси як трекер помилок і потрібного функціоналу, форуми, поштові розсилки і телеконференції, можливість вести свій блог і вікі.

Надійність сховища SF забезпечується мережею дзеркальних серверів. Важливим є також сервіс статистики, який дозволяє розробникам аналізувати популярність свого проекту чи його частин.

SF, завдяки наявності автоматичних рекламних серверів і автоматичному розповсюдженню інформації про нові і прогресуючі проекти, дозволяє «розкрутити» і популяризувати проект.

Підсумовуючи, варто зауважити що більшість безкоштовних застосувань, навіть таких відомих як *MySQL*, *Python*, *Eclipse*, *eMule*, *µTorrent*, *7-zip* і інші, використовують SF для хостингу свого проекту, що теж свідчить про корисність проекту для програмістів.

– ***Git Hub***

GitHub (GH)– це ще один представник згаданого класу спеціалізованих сховищ, який орієнтується на системи контролю версій під назвою Git. Проект, розпочатий в 2008 році, та вже зараз нараховує 270 000 користувачів і є сховищем для 90 000 проектів.

GH надає багато корисних і цінних сервісів для розробників програмного забезпечення. Зрозуміло що основним призначенням GH є саме онлайн сховище всього вихідного коду програми яку розробляє колектив розробників які використовують GH, але крім цього тут пропонується багато інших сервісів які спрощують роботу розробників.

Кожному проекту надається можливість створити свій веб-сайт для розміщення і опису свого продукту. Сервіс новин дозволяє інформувати зацікавлених користувачів про зміни і прогрес в розробці проекту. Цей же сервіс, за допомогою коментарів, дозволяє дізнатися і про реакцію користувачів на проект. За допомогою служби звітності про помилки користувачі можуть просто і зрозуміло обом сторонам (і користувачам і розробникам) розповідати про помилки і проблеми з якими вони стикаться. Оскільки весь код проекту зберігається в сховищі GH, то, зрозуміло, що є можливість переглядати і навіть вносити зміни в код використовуючи тільки веб-браузер [14]. Цікавою є можливість оперувати з кодом і історією його змін у вигляді графу, що суттєво допомагає у процесі роботи.

Варто згадати також pastebin сервіс Git: GH дозволяє передати іншим користувачам (як публічно так і обмежено) програмний код будь-якого розміру в читабельному вигляді і зручній подачі. Цей сервіс можна порівняти з файлообмінними сервісами: аналогічно передачі великих файлів часто буває необхідність передати велику частину програмного коду для аналізу іншому учаснику.

Вся робота в GH є захищеною SSL, а будь-яка передача файлів в і з репозиторію (яка здійснюється через SSH) є захищеною за допомогою SSH ключів.

Таким чином, GH надає можливість розробникам програмного забезпечення відмовитися від створення власного сервера для розміщення програмного коду, форумів підтримки чи сайту, купівлі дорогого програмного забезпечення для аналізу коду і роботи з ним і просто користуватися сервісами GH, які надаються для розробки Open Source продуктів зовсім безкоштвоно.

Можливості системи онлайн документів Google Docs

Розглянувши основні системи онлайн документообігу, зосередимося на одній і дослідимо її детальніше. Це прояснить важливі принципи функціонування цієї системи і пояснить основні ідеї побудови всіх систем онлайн документів.

– ***Протокол роботи Google Docs***

Робота з *GD* здійснюється по протоколу HTTP. Але для роботи яка буде зручною і зрозумілою і клієнту і серверу, простого протоколу HTTP не достатньо: для стандартизації принципів роботи з документами *Google*, необхідно встановити стандарт спілкування з сервером *GD*. Таким стандартом виступає *Google Data Protocol* [15].

Google Data Protocol (GDP) – це протокол обміну інформацією розроблений і використовуваний компанією Google для роботи з її застосуваннями і сервісами. Оскільки цей протокол є відкритим, то його використовувати можуть як застосування написані Google так і сторонні програми. *GDP* базується на XML, що дозволяє досить просто читати його як людям так і комп'ютерам і однозначно представляти складні структури. Основним форматом *GDP* є Atom, хоч дозволяються використання і інших форматівтаких як JSON чи RSS.

Atom – це заснований на XML формат, призначений для агрегації інформації, в першу чергу з веб-сайтів. Зручний для використання у блогах, проте може застосовуватися і для будь-яких інших новин та періодичних видань в Інтернеті. Істотною частиною специфікації є протокол, що працює поверх HTTP, призначений для автоматизації ведення блогу.

Історично *Atom* з'явився як заміна RSS і враховував багато його недоліків. Хоч *Atom* є і суттєво кращим і досконалішим від RSS, але, тим не менше, він не витіснив RSS. Основними причинами цього є достатність функціоналу RSS для більшості користувачів і позиція RSS як фактичного стандарту в сфері форматування інформації для розуміння комп'ютером.

Вся робота з сервісом який використовує *GDP* базується на принципі RESTful [15]. Такі веб-сервіси для передачі звертань/відповідей використовують не уніфікований SOAP а специфічний протокол середовища (HTTP/XML в випадку *GDP).* Передача і запит інформації в сервера здійснюється за допомогою таких стандартних HTTP методів як GET, PUT, POST, DELETE з URI адресою як параметром. У відповідь сервер надсилає Atom XML документ який і містить результат операції або дані які просив клієнт.

– ***API для зовнішньої роботи з документами***

Теоретично, для роботи з *GD* можна використовувати будь-яку мову яка вміє працювати з мережею і протоколом HTTP. Це цілком зрозуміло: оскільки протокол є відкритим і стандартизованим, ніщо не забороняє користуватися ним напряму і формувати запити та аналізувати Atom-відповіді самому. Але, насправді, такий підхід не є сильно продуктивним, оскільки таким чином дуже суттєво збільшується кількість програмного коду який треба написати для робочої системи. Тим більше що 90 % такий самий код треба буде писати в кожному застосуванні яке буде працювати з *GD*!

Саме для того щоб уникнути таких проблем і щоб уніфікувати рівень роботи з HTTP, створюються API для роботи з *GD* спеціально для мов вищого рівня, тим самим ховаючи від розробника деталі реалізації і уніфікуючи інтерфейс роботи з усіма складовими системи. Таким чином спрощується написання застосувань які працюють з *GD* і покращується їх якість і надійність. Оскільки всі вони працюють з одним і тим самим кодом, весь його функціонал детально тестується.

На даний момент існує 3 версії *Google Docs API* [16]. Версія 1.0 вже вважається застарілою, має мінімум функцій і ґрунтується на найстарішій версії протоколу. Але в неї є і переваги: вона реалізована на найбільшій кількості мов програмування: тут є і PHP і, навіть, C++. Друга версія має ширші функції і простіша до розуміння, але вибір мов програмування для яких вона реалізована значно вужчий – тут присутні тільки .NET і Java. Але, на даний момент, це остання стабільна версія *Google Docs API*. Версія 3.0 – це подальший розвиток цього API. Ця версія ще не випущена і час від часу зазнає змін, а тому не рекомендується до використання в застосуваннях, але функціонал в неї найбільший. Але це API реалізоване тільки на java і на Python, що не дає можливості долучитися до тестування програмістам що користуються іншими мовами.

Отже, розглянемо функціонал який є доступний в стабільній версії *Google Docs API*, зосередившися на Spreadsheets. Використовуючи API дозволяється просто і зрозуміло створювати і скачувати документи, переглядати список доступних документів і права роботи з ними, створювати/видаляти аркуші, працювати з окремими комірками чи оновлювати цілі рядки.

Цікавий є варіант працювати з рядками документу як з базою даних і створювати досить складні запити на поновлення і пошук необхідних даних.

В роботі з окремими комірками є можливість розрізняти комірки в яких є текст, формули чи числа. За допомогою внутрішньої мови обробки формул можна задавати формули для обчислення значень в комірках і аналізувати вже існуюче значення.

Важливим є також те що вся робота є версійною і чутливою до конфліктів редакцій: втрата інформації користувачів мінімізовується завдяки тому що у випадку одночасного запису до тих самих комірок замість перетирання даних генерується помилка конфлікту доступу, що дозволяє опрацювати ситуацію і виправити помилки. Якщо ж система все-таки не спрацювала, завдяки версійності всіх документів в *GD*, можна відновити стан документу на попередніх етапах роботи, тим самим запобігши втраті інформації.

Google Docs API, як і GData протокол, активно розвиваються і вдосконалюються. Зрозуміло що зараз функціонал який реалізований через API ще дуже далекий від бажаного, але робота над його вдосконаленням триває і найближчим часом буде випущено стабільну третю версію API, що розширить можливості роботи з *Google Docs API* використовуючи зовнішні програми.

Найвагомішими змінами що ще заплановані є можливість працювати з оформленням комірок: задавання і отримання їх розміру, шрифту, кольору, оформлення. Завдяки цьому зовнішні програми зможуть тісніше співпрацювати між собою, а, основне – з існуючим онлайн-редактором який надає *Google*. Важливою функцією яку ще чекають є можливість працювати з графіками і малюнками які можуть бути розміщені в Spreadsheet документі: на даному етапі це неможливо і поки що і не планується.

Необхідним є також розширення функціоналу щодо керування правами доступу до документів – зараз це можна зробити тільки з веб-інтерфейсу.

Є також інші функції які заплановані до розробки чи потрібні програмістам що користуються *Google Docs API*, але є одна серйозна проблема яка виникає у зв'язку з тим що *GD*– це зезкоштовна розробка: ніхто не може примусити розробників реалізовувати чи виправляти щось швидше ніж вони вирішили. Це суттєво сповільнює процес розробки, а часом і взагалі робить роботу через існуюче API безперспективною оскільки існуючих функцій не вистачає, а коли ці функції будуть розширені – невідомо.

Висновок

Як вже відмічалося раніше, застосування що працюють за принципом *Software as a service*, мають одну дуже значну перевагу над звичайними застосуваннями: у випадку оновлення сервісу або виправлення помилки, користувачам не треба нічого встановлювати, навіть, знати – всі зміни відбудуться тільки на стороні сервера. З цього випливає що не має потреби дбати про сумісність версій, коректність оновлень, простоту встановлення: цим займаються розробники сервісу і користувачі перейдуть на нову версію непомітно і без будь-якого втручання з їх боку.

Такий підхід суттєво спрощує роботу розробників програмного забезпечення, що дозволяє зосередитися на розробці нового функціоналу і забезпечити плавність цього процесу, замість звичного для звичайних застосувань, дискретного.

Важливим нововведенням якого чекають всі користувачі є можливість роботи з документами за відсутності з'єднання з Інтернет. Зрозуміло що робота над вирішенням цих проблем триває і зараз, а тому, рано чи пізно, з документами можна буде працювати і без з'єднання з мережею, а за його наявності буде здійснюватися фонова синхронізація змін з сервером без участі користувача.

Іншим напрямком в якому слід чекати змін – це подальша інтеграція і взаємодія різних сервісів між собою.

Для подальшого спрощення взаємодії користувачів під час одночасної роботи з документами, слід очікувати введення не тільки текстового чату, який вже функціонує в межах *Google Docs*, а й голосового. Звичайно, реалізація такого чату є складнішим завданням ніж просто текстовий чат, але це справді корисна функція що суттєво спростить роботу користувачам, а тому слід очікувати що рано чи пізно така функція з'явиться.

У роботі було розглянуто поняття онлайн документів, їх принципи роботи та переваги і недоліки порівняно з іншими типами систем документообігу. Виходячи з цього, було оцінено їх потенційне місце в майбутньому. Крім цього, було розглянуто найпопулярніші публічні сервіси онлайн документообігу, згадано їх історію розвитку, оцінено основні цілі і перспективи подальшого прогресу.

Оскільки Google не надає ніякої інформації щодо своїх планів на майбутнє, виходячи з експертних оцінок, було розглянуто потенційні напрямки подальшого розвитку онлайн документів Google і їх вплив на Інтернет.

ЛІТЕРАТУРА

1. Перевозчикова О. Л. Основи системного аналізу об'єктів і процесів комп'ютеризації : посіб. / НаУКМА. – К. : Вид. дім «КМ Академія», 2003. – 432 с.
2. PC Magazine: «FilesAnywhere» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.pcmag.com/ article2/0,2817,1624446,00.asp (перевірено 31.05.2010).
3. Don MacAskill : «Amazon S3 = The Holy Grail» (August 12, 2006) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://don.blogs.smugmug.com/ 2006/08/12/amazon-s3-the-holy-grail/ (перевірено 31.05.2010).
4. Хабрахабр: «Платформа Amazon S3: подарок для стартапа» (5.02.2007, 17:21) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://habrahabr.ru/blogs/hosting/2954/ (перевірено 31.05.2010).

5. Amazon Web Services Developer Community: «Amazon Simple Storage Service» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://developer.amazonwebservices.com/connect/kbcategory.jspa?categoryID=47 (перевірено 31.05.2010).
6. Don MacAskill : «Amazon + Two Guys + $0 = Next YouTube» (November 4, 2006) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://don.blogs.smugmug.com/2006/11/04/amazon-two-guys-in-a-dorm-0-the-next-youtube/ (перевірено 31.05.2010).
7. DropBox: «Dropbox Features» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.dropbox.com/features (перевірено 31.05.2010).
8. HyperOffice: «HyperOffice Demos» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.hyperoffice.com/demos/ (перевірено 31.05.2010).
9. Microsoft: «Довідка служби Windows Live» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://help.live.com/Help.aspx?mkt=uk-UA&project=WL_Sync (перевірено 31.05.2010).
10. Zoho [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.zoho.com/ (перевірено 31.05.2010).
11. Wikipedia: «Google Docs» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://en.wikipedia.org/wiki/Google_Docs (перевірено 31.05.2010).
12. Microsoft: «Office Web Apps Overview» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.microsoft.com/office/2010/en/office-web-apps/overview.aspx (перевірено 31.05.2010).
13. SourceForge: «About» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://sourceforge.net/about (перевірено 31.05.2010)
14. Github, Social coding [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://github.com/ (перевірено 31.05.2010).
15. Google Code: «Google Data Protocol» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://code.google.com/apis/gdata/ (перевірено 31.05.2010).
16. Google Code: «Developer's Guide» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://code.google.com/apis/documents/docs/developers_guide.html (перевірено 31.05.2010).

Рецензенти: Фісун М. Т., д.т.н., професор;
Казарєзов А. Я., д.т.н., професор

© Глибовець М. М., Заболотний Р. І.,
Завадський І. О., 2010

Стаття надійшла до редколегії 21.10.2010 р.