

УДК 681.3

DOI: 10.31891/CSIT-2020-1-9

МІХАЛЕВСЬКИЙ В. Ц., МІХАЛЕВСЬКА Г. І., ШОХАНОВ А. С.  
Хмельницький національний університет

## ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПОБУДОВИ ГІБРИДНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З ПЕРЕНЕСЕННЯМ ВСІХ КОНФІГУРАЦІЙНИХ ДАНИХ

У статті розглядаються основні особливості розробки автоматизованої системи для синхронізації даних користувачів і різних аспектів інфраструктури Exchange Server. Система має провести інвентаризацію існуючого середовища, зробити звіти, прийняти дані щодо побажань підприємства та самостійно конфігурувати компоненти, які приймають участь у міграціях користувачів. Також система має відновити всі налаштування користувача, які існували до міграції. Описано автоматизацію процесів побудови гібридної інфраструктури з переносом всіх конфігураційних даних та подальшим автоматичним конфігуруванням шляху міграції даних в умовах великого підприємства з розподіленою інфраструктурою центрів обробки даних.

Розробка такого роду дозволяє багатьом великим компаніям уникнути проблем, пов'язаних зі складним процесом міграції глобальних параметрів локальної інфраструктури в хмарне середовище та покращує процес аналізу даних на рівні підприємства з подальшим автоматичним управлінням міграційним шляхом даних в IT-середовищі зі складною мережевою інфраструктурою. Значно скорочується час на передміграційну роботу, а також зменшується ймовірність допущення помилок з боку персоналу.

Ключові слова: автоматизована система, інформаційна система, система для міграції, гібридна інфраструктура, хмарні сервіси, Exchange Server, Office 365, центр обробки даних (ЦОД).

MIKHALEVSKIY V., MIKHALEVSKA G., SHOKHANOV O.  
Khmelnitsky National University

## FEATURES OF THE SYSTEM OF AUTOMATION OF PROCESSES OF CONSTRUCTION OF HYBRID INFRASTRUCTURE WITH TRANSFER OF ALL CONFIGURATION DATA

The main features of the automated system development for synchronizing user data and various aspects of the Exchange Server infrastructure are discussed in the article. The system must make an inventory of the existing environment, make reports, accept data of the enterprise wishes and independently configure the components involved in user migration. The system must also restore all user settings that existed before the migration. It is the description of the automation of the building a hybrid infrastructure processes with the transfer of all configuration data and subsequent automatic configuration of the data migration path in a large enterprise with a distributed infrastructure of data centers.

The automation of step-by-step migration is considered, namely: automation of building a hybrid infrastructure based on Microsoft Exchange Server and Office 365. In terms of the method of transfer from the local system to the cloud, "export / import" is used to migrate data policies and configurations that do not change often. User data that is migrated by another system is used but not developed. An automated system designed to automate the transfer of data from the local infrastructure in the Exchange Server environment. The software product has a functionality that automates almost all the work on the analysis of local infrastructure and further configuration of the cloud part, which minimizes the impact of the human factor on the success of projects. There is also a module that defines the wishes of the business on the conditions of migration, which allows you to dynamically detect the path of data migration. All data, collected during infrastructure analysis, as well as system user data, is exported by Microsoft Exchange to external media files as CSV files to be used by other modules and as TXT (HTML if required) for a tabular report that analyzed by staff.

This kind of development allows many large companies to avoid the problems connected with the complex process of migrating global local infrastructure parameters to the cloud environment and improves the process of enterprise data analysis with subsequent automatic management of data migration in IT environments with complex network infrastructure. Time for pre-migration work is significantly reduced, as well as the probability of mistakes, made by staff, is reduced.

Keywords: automated system, information system, migration system, hybrid infrastructure, cloud services, Exchange Server, Office 365, data center (DC).

**Постановка проблеми.** В сьогодишньому світі підприємства все більше вважають доцільним зберігати дані в хмарних сервісах та використовувати хмарні сервіси для потреб підприємства [1]. Тому актуальною є тема коректної міграції даних з локальних центрів обробки даних до провайдерів хмарних обчислень. На великих підприємствах такі проекти займають декілька років, що призводить до колосальних витрат, які йдуть на оцінку існуючої інформаційної системи [12], аналіз даних та безпосередньо на їхню міграцію в хмарні системи.

Також проблематичним є побудова найкращого шляху міграції у середовищах, коли компанія має багато офісів, розташованих по всій планеті, де кожен має свої інтернет-канали різної якості. Тому це теж є важливим аспектом. Важливим фактором є необхідність застосування всіх налаштувань та параметрів, що були в локальному ЦОДі, бо за довгі роки підприємство могло виробити велику кількість правил, політик, які добре працювали в локальній інфраструктурі, але після міграції даних їх, можливо, потрібно перестворювати, а потім визначати відповідні налаштування.

На сьогодишній день не існує жодної реалізації повного переносу налаштувань локальної інфраструктури Exchange Server у хмарну. Тобто, крім того, що дані користувачів можливо мігрувати різними методами і протоколами, більше нічого не існує. Але є багато інших аспектів, які потрібні сучасним підприємствам. Так, наприклад, існує велика потреба в переносі налаштувань безпеки, пов'язаних із захистом інформації. Але рішення для переносу цих налаштувань не існує.

Також не існує рішення, яке могло би проаналізувати існуючу топологію організації Exchange Server і, завдяки отриманій інформації, перебудувало б переміщення даних користувачів. На сьогодні існує виключно система інвентаризації, яку пропонує сама корпорація Microsoft (RAP as a Service), а також такі провідні компанії, як Quest, які пропонують інвентаризацію всієї топології, але висновків не пропонується і, тим більше, ці системи не можуть автоматично перебудувати інфраструктуру. Інші компанії пропонують виключно перенос даних (з локальної інфраструктури в хмарну чи з одного хмарного середовища в інше), також пропонується системи, які вміють робити перенос даних за розкладом. Основні представники таких продуктів є у компаній:

- Cloudiway (<https://cloudiway.com/solutions/exchange-to-office-365-migration/>);
- CodeTwo (<https://www.codetwo.com/office-365-migration/>);
- Quest (<https://www.quest.com/solutions/office-365/>);
- iLink (<https://www.ilink-systems.com/Solutions/office-365-exchange-migration/>), та інші.

**Формулювання цілей статті (Постановка завдання).** Описати систему міграції, яка зможе знизити навантаження на працівників та стане економічно доцільним з точки зору витрат на процес міграції даних. Також система має бути такою, що сама буде пропонувати і впроваджувати зміни для визначення оптимального шляху потоку даних, з урахуванням потреб підприємства, яке виконує інтеграцію з Office 365, а також планує перенос своїх даних до хмарної частини. Основним критерієм має бути рішення для процесу міграції з урахуванням сучасного підходу в IT-проектах. Програма повинна бути простою, з відкритим кодом для того, щоб вона могла і надалі розширюватись.

**Аналіз сучасних підходів до вирішення задачі.** При побудові гібридної інфраструктури основним завданням найчастіше являється фактичний перенос даних і інтеграція з інфраструктурою, розташованою локально на підприємствах. Однак, існує багато інших аспектів, які важливі в таких інфраструктурах, які важко або неможливо перенести до хмарної частини. На прикладі гібридної інфраструктури Exchange Server, яка є наслідком інтеграції корпоративної системи з хмарним сервісом Office 365, є дуже багато рішень, що допомагають перенести фактичні дані користувачів в різних видах, як то різними протоколами чи методами, наприклад, можливість експортування даних, після чого імпорт їх у кінцеву інфраструктуру. Деякі розробки пропонують автоматизацію у вигляді формування на перенос даних за розкладом, але всі вони стосуються лише фактичних даних користувачів, і що найголовніше, виключно в уже налагодженій гібридній інфраструктурі. Тобто, жодних змін в самій інфраструктурі для оптимізації роботи не пропонується, як і не пропонується рішення з міграції супутніх даних. Все це підтверджується як офіційним сайтом вендора компанії Microsoft [14], так і персональними дослідженнями програмних рішень, запропонованими в світі.

Серед окремих розробок існують лише окремі публікації стосовно того, як можливо ті чи інші елементи експортувати або імпортувати. Здебільшого ці статті на сторінці TechNet корпорації Microsoft. Їх дуже добре використовувати як базис, але для повсякденного використання, коли потрібно робити складні вибірки або впроваджувати автоматичні системи, вони не дуже підходять.

**Виклад основного матеріалу.** Як зазначалося вище, під час міграції даних до хмарних сервісів (служб) необхідно брати до уваги велику кількість вимог, таких як транспортна служба, служби зберігання даних, авторизації і служби доступу до даних, таких як календарі і адресні книги, а також служби безпеки і захисту корпоративних даних. Крім того, необхідно враховувати мережеву інфраструктуру, тому що це може вплинути безпосередньо на період (коли проводити міграцію даних) та час (скільки займе часу), а також які додаткові дії необхідно виконати для нормальної міграції.

Відомо, що Exchange Server підтримує декілька протоколів комунікації та, в залежності від того, якою версією сервера користується організація, буде здійснено вибір того, який протокол буде використано для міграції даних. Таким чином, міграцію умовно можна поділити на такі типи:

а) міграція з нових серверів з сучасними протоколами та перехід із старих серверів за допомогою протоколів, сумісних із попередніми версіями Exchange Server;

б) одноразову (швидко) міграцію (Cut-Off Migration), що підходить для малого та середнього бізнесу з відносно невеликим обсягом даних, а також поетапна міграція, яка передбачає поступове переміщення даних користувача, при цьому забезпечуючи повну взаємодію між хмарними і наземними сервісами (для великих корпораціях з великою кількістю даних, що розподілені географічно по різних ЦОДах);

в) метод експорту даних, а потім імпорту до нової системи. Мета цього методу зводиться до того, що будь-які дані спершу зберігаються на зовнішньому носії, після чого імпортуються до системи, яка запланована як майбутня система (нової версії чи взагалі інша за архітектурою), яка надалі буде працювати замість старої системи.

В деяких випадках системи можуть працювати паралельно. Основні виклики цього метода зводяться до двох питань.

1. Як часто змінюються дані, які експортуються/імпортуються? Тобто, чи можлива така ситуація, коли дані, які мігрують за цим методом, можуть змінитись, доки їх ще не імпортували в іншу систему, та ким цілісність даних може бути порушено.

2. Чи потрібно, щоб дані, які мігрують були унікальними в обох системах, чи вони можуть дублюватись, а в деяких випадках повинні бути продубльованими (наприклад, довідники чи політики).

Розглянемо автоматизацію поетапної міграції (Cutt-off не буде розглядатись, тому що для такого типу міграцій економічно недоцільно впроваджувати систему для міграцій класу Enterprise), а саме, автоматизацію побудови гібридної інфраструктури на базі Microsoft Exchange Server та Office 365. Також, з точки зору методу, яким дані будуть переноситись з локальної системи в хмарну, планується застосування «експорт/імпорт», тому що основна ціль даного проекту – мігрувати дані політик і конфігурацій, які не часто змінюються. Дані користувачів, за міграцію яких відповідає інша система, планується використовувати, але не розробляти. Також дані, які планується мігрувати, мають бути в кожній частині сервісу, як у локальній частині, так і в хмарній, тобто, дублювання.

Як прийнято в IT-проектах, пов'язаних з міграцією даних, інфраструктура, яку необхідно мігрувати, спочатку оцінюється з точки зору розміру даних і конфігурації системи, після цього виконується аналіз отриманих даних і планування їх передачі в хмарну інфраструктуру. Наступним етапом є практична міграція даних і тестування на коректність функціонування налаштувань хмарної служби, що представлено на рис. 1.



Рис. 1. Модель ведення проектів в рамках міграційної діяльності

Завдяки такому підходу, ми можемо розділити програмний продукт на декілька підрозділів, кожен з яких буде відповідати за окрему стадію ведення проекту. А в кожному підрозділі можливо зробити окремі модулі, які будуть відповідати за окремі задачі. Так, наприклад, може існувати окремий модуль аналізу транспортної інфраструктури і окремо модуль, який відповідає за аналіз та експорт елементів безпеки. Також можливо розробити модуль, який аналізує побажання підприємства, а інший буде змінювати налаштування інфраструктури згідно з зазначеними вище бажаннями (вимогами).

Окремим пунктом є те, що програмний продукт має бути стійким. Так, наприклад, дані, які мають бути експортовані, не повинні бути в тому ж самому місці, що й дані конфігурації. Тому, для нормальної роботи і захисту даних від втрат, мають бути три основних місця:

- дані конфігурації (те, що програма генерує відносно рекомендацій по конфігурації інфраструктури);
- дані, що містять дані про елементи налаштувань, які мають бути перенесені в хмарну частину;
- дані про користувачів, які програма буде використовувати для аналізу того, яким чином їх мігрувати.

Практична реалізація побудови. Практична реалізація цього проекту використовує середовище керування сервером Exchange Server і розробки автоматизованих інструментів PowerShell [13]. Для забезпечення повноцінної роботи на комп'ютері, на якому буде виконано розробку автоматизованого інструменту та його подальше застосування, необхідно заздалегідь встановити наступні компоненти:

- середовище PowerShell версії 4.0 або пізнішої;
- модуль управління Exchange Server (версія, яка використовується в компанії) [12, 13];
- модуль управління Активним Каталогом (Active Directory) всередині компанії;
- модуль управління Активним Каталогом (Active Directory) в середовищі Microsoft Azure [1];
- комп'ютер повинен бути введений до Активного Каталогу (Active Directory), де встановлена організація Exchange Server;
- комп'ютер повинен мати доступ до Інтернету через протокол HTTP(S) DNS query (UDP53).

Крім того, щоб мати можливість успішно завершити проект, необхідно, щоб організація відповідала вимогам (конфігураційні дані не включено до обсягу даного проекту):

- інфраструктура Exchange Server має бути опублікована в Інтернеті і з метою організації безпечного (захищеного) доступу по протоколу HTTPS має використовувати комерційний сертифікат, якому довіряють хмарні служби Microsoft.

- повинна бути створена організація в Office 365 (вже передплачена або тестова на 30 днів), що має ліцензії, які дозволять майбутнім користувачам отримати доступ до служби Exchange Online. Такі ліцензії можуть бути отримані в рамках тарифних планів E3 і E5 або закуплені окремо.

- облікові записи з Активного каталогу (Active Directory), що мають поштові скриньки (як користувачів, так і службові), мають бути синхронізовані з Активним Каталогом Azure (AAD), яка обслуговує Office 365 організації.

Практичну частину в подальшому поділено на розділи, в яких описано окремі блоки проекту та представлені частини програмного коду.

При розробці даного проекту було визначено основні елементи, які неможливо мігрувати з локальної інфраструктури в хмарну у випадку побудови гібридної організації Exchange стандартними інструментами. Тому, для реалізації завдання було проаналізовано все, що неможливо автоматично перенести, залежність тих чи інших об'єктів один від одного і побудовано автоматичне рішення. Весь процес на верхньому рівні виглядає так, як визначено рис. 2.

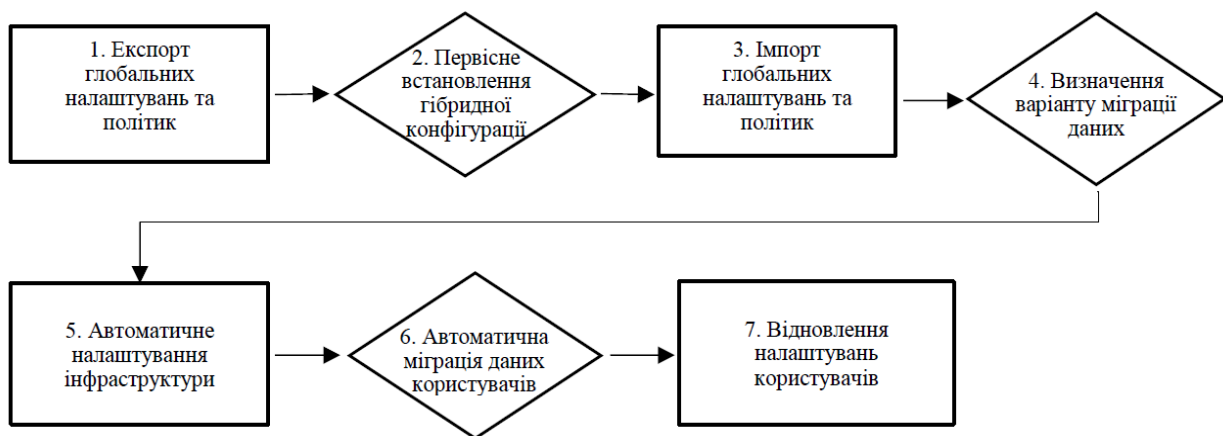


Рис. 2. Процес міграції даних в автоматизованій системі

- перший етап – проводиться **сканування всієї інфраструктури** та збереження всіх визначень, які автоматично не переносяться у хмарну інфраструктуру Exchange Server. Процес повністю автоматизований (розроблено);

- другий етап – робиться **первісне налаштування** гібридної інфраструктури з урахуванням деяких потреб підприємства, таких як визначення шляху поштового руху;

- третій етап відповідає за **імпорт всіх даних в хмарну частину** гібридної організації Exchange Server. Процес повністю автоматизований (розроблено);

- четвертий етап – **визначення конфігурації** того, яким чином дані користувачів будуть переноситись у хмарну частину гібридної організації Exchange Server. Процес повністю автоматизований, розроблено інтерфейс для вводу/виводу;

- п'ятий етап – автоматичне **конфігурування інфраструктури** та часткова перебудова гібридної інфраструктури під потреби підприємства згідно з визначеннями попереднього етапу. Процес повністю автоматизований (розроблено);

- шостий етап – **перенос даних користувачів** з урахуванням нової конфігурації інфраструктури. Процес повністю автоматизований (розроблено);

- сьомий етап – **відновлення політик** та інших налаштувань по відношенню до даних користувачів, що було мігровано. Процес повністю автоматизований (розроблено).

**Інвентаризація інфраструктури.** Щоб автоматизувати процес перенесення даних з локальної інфраструктури Exchange Server до хмарної, необхідно зібрати якомога більше інформації про обсяг даних для перенесення, які елементи не переносяться автоматично, або взагалі не підтримуються хмарною інфраструктурою. Для цього, першим етапом у всіх проектах є збір даних про те, з чим маємо працювати і паралельно експортувати конфігураційні дані так, щоб в подальшому їх було можливо імпортувати в хмарну інфраструктуру.

**Аналіз інфраструктури Активного Каталогу та загальних параметрів.** Першим аналізом під час збирання даних повинен бути аналіз навколишнього мережевого середовища. У рамках цього аналізу,

необхідно зібрати інформацію про фізичну топологію організації, в якій встановлена інфраструктура Exchange Server [2, 4, 5]. Дана інформація може бути зібрана з розділу Конфігурації, який Exchange Server використовує як посилання про фізичну топологію мережі. Потрібно видобути інформацію про сайти (фізичні місця) організації. Ця інформація надалі визначить, які поштові скриньки зберігаються на якому сайті, завдяки чому можна визначити, який обсяг даних буде переміщено до хмари з кожного сайту. Також необхідно отримати параметр "Hub Site", який дозволить зрозуміти, чи є це центральний сайт (локація), через який в даному середовищі повинна проходити вся пошта організації. Запит, який видає інформацію про сайти Активного каталогу [10]:

```
$expSites=$ExpPath + 'AD-Sites.csv'
Get-ADSite | select name, Hubsiteenabled | Export-Csv -Path $expSites -NoTypeInfo
```

Результатом буде файл з даними в форматі, як зазначено в таблиці 1.

Таблиця 1

Зразок репорту Сайтів Активного каталогу

SiteName	Is Hub
Site 1	False
Site 2	False
....	.....

Після того, як інформація про сайти отримана, нам необхідно визначити, які сайти мають поштові сервери, а які ні. Для цього необхідно сформувавши запит за серверами в контексті сайту Активного Каталогу (Active Directory) як представлено в зразку:

```
$ExpPath = "C:\ExchData\Export\"
$Adsites = get-adsite

$EXchSRVExp = $ExpPath+'ExchSites.csv'
$ExchSRVRep = $ExpPath + 'Servers_per_ADSite.txt'
$ExpString1 = 'Site,Name,ExchangeVersion'
$ExpString1 | Out-File $EXchSRVExp
$RepString1 = 'Site Name ExchangeVersion '
$RepString1 | Out-File $ExchSRVRep
foreach ($adsite in $adsites) {
    $SiteName = $adsite.name
    $ExchServers = get-exchangeserver | where {($_.site -like "$SiteName") -and ($_.serverrole -like "*mailbox*")}
    if ($ExchServers.count -gt 0) {
        $ExchServers | select Site, name, ExchangeVersion | Export-Csv -Path $EXchSRVExp -Append
        $ExchServers | ft Site, Name, ExchangeVersion -HideTableHeaders | Out-File -FilePath $ExchSRVRep -Append
    }
}
```

Отримані результати можна експортувати до звіту наданих організацією даних, представлених в форматі, як зазначено в таблиці 2.

Таблиця 2

Розташування серверів Exchange Server по сайтам AD

AD Site Name	Server Name	ExchangeVersion
VG.local/Configuration/Sites/Site 1	Vg-exch1	0.1 (8.0.535.0)
VG.local/Configuration/Sites/Site 2	Vg-exch2	0.1 (8.0.535.0)
...	...	...

Треба звернути увагу, що повинні бути враховані і EDGE-сервери [3–5], що знаходяться в мережі периметра, які необхідні для захисту поштової організації Exchange Server від зовнішніх загроз.

Після того, як загальні дані, пов'язані з внутрішньою інфраструктурою, було визначено, необхідно отримати інформацію про те, як наша інфраструктура виглядає із зовнішнього світу. Найперше, ми повинні розуміти, які імена DNS використовуються в поточній організації Exchange Server, після чого треба визначити, які з них внутрішні (наприклад, для зв'язку з сторонніми поштовими системами), а які доступні для обміну повідомленнями з зовнішнім світом. Для отримання цієї інформації потрібно виконати ряд

запитів і система, над якою виконуються запити, повинна мати доступ до Інтернету і безперешкодне проходження DNS-запитів (порт UDP 53).

Запит до інфраструктури Exchange Server про те, які поштові домени використовуються в організації електронної пошти.

```
$ExpPath = "C:\ExchaData\Export\"
$AcceptDomPath = $ExpPath+'AcceptedDOmains.txt'
$DNSCheck = $ExpPath + 'DNSCheck.txt'
$AcceptedDomains = get-accepteddomain
$AcceptedDomains | select Name, DomainName, DomainType, Default | Out-File -FilePath $AcceptDomPath
```

Отримані дані про домени повинні бути оброблені на предмет їх публікації у зовнішні сервери DNS, як поштових служб (MX і HOST записи), а також на предмет публікації їх аутентичних доменів, які належать до даної організації (записи SPF) [9,15]. Нижче представлено скрипт для досягнення цієї мети.

```
foreach ($accepteddomain in $AcceptedDomains){
    $DomainName = $accepteddomain.DomainName
    $DomainName
    $MX = Resolve-DnsName -Name $DomainName -Type mx -Server 8.8.8.8
    $Txt = Resolve-DnsName -Name $DomainName -Type txt -Server 8.8.8.8
    $MX | select Name, Type, NameExchange, String | export-csv -Path $DNSCheck -Append -NoTypeInfoation
    $Txt | select Name, Type, NameExchange, String | Export-Csv -Path $DNSCheck -Append -NoTypeInfoation
}
```

Крім того, результати першого запиту повинні бути оброблені на предмет того, що всі зовнішні поштові домени зареєстровано в Office 365 для цієї організації [15]. Якщо якийсь з доменів не зареєстровано, то необхідно встановити, чи зареєстрований він раніше в Office 365. Щоб отримати цю інформацію, ми повинні зробити запит на зовнішню службу DNS для запиту всіх поштових доменів для можливої реєстрації в Office 365 (отримання запису TXT необхідного для реєстрації в Office 365). Після цього потрібно запустити запит у Office 365 на всіх зовнішніх DNS-доменах, які відображатимуть ті, що вже зареєстровано.

**Висновки.** Згідно сучасного аналізу, не існує рішень, які змогли би підготувати інфраструктуру для міграції як в комерційному середовищі, так і в середовищі вільних розробок. Тому, описана система за своєю суттю створює унікальний продукт, який далі можливо розвивати і надавати нові характеристики (наприклад синхронізація елементів безпеки). При цьому, необхідно розглянути комплекс існуючих систем та виявити передумови для розширення їх функцій та оптимізації існуючої процедури перенесення даних.

Основною перевагою пропонованої системи є значне скорочення часу проектів і кількості персоналу, задіяно в реалізації проекту міграції. Система проводить більшість стадій проекту і генерує вихідні проекти, які необхідні в процесі виробничої діяльності, тобто є економічно доцільною.

В процесі розробки проекту треба мати на увазі, що продукт має відповідати стандартній процесній моделі, пов'язаній з впровадженням систем, або з міграцією даних із одного середовища в інше. Знаючи природу даних (конфігурації і політики), використовується метод імпорт/експорт, а не пряме перенесення даних. Надалі, розглядаючи перспективність напрямку та ймовірність того, що системна конфігурація буде змінюватись, більше уваги необхідно приділяти синхронізації.

## Література

1. Риз Дж. Облачные вычисления / Джордж Риз. – СПб.: БХВ Петербург, 2011. – 288 с.
2. Banerjee B. Microsoft Exchange Server PowerShell Essentials / Banerjee B. -Packt Publishing, 2016. -210с.
3. Catrinescu V. Essential PowerShell for Office 365: Managing and Automating Skills for Improved Productivity / Catrinescu V. - Paperback, 2018. – 234 с.
4. Meloski V. Mastering Microsoft Exchange Server 2016, 2nd Edition / Meloski V., Wright B., Svidergol B., Clifton - Sybex, 2016. – 761 с.
5. Stanek W. Microsoft Exchange Server 2013 Pocket Consultant Databases, Services, & Management / Stanek W. - The Microsoft Press, 2013. – 384 с.
6. Withee R. The Office365 for Dummies, 3rd Edition /Withee R., Withee K., Reed J. -Withee R., 2018. -336с.
7. Інформаційна інфраструктура – Вікіпедія [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Інформаційна\\_система](https://uk.wikipedia.org/wiki/Інформаційна_система).
8. Deep Dive: How Hybrid Authentication Really Works [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://blogs.technet.microsoft.com/exchange/2017/05/24/deep-dive-how-hybrid-authentication-really-works/>
9. Domain Name System [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Domain\\_Name\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Domain_Name_System)
10. Get-AdSite [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.microsoft.com/en-us/powershell/module/exchange/active-directory/get-adsite>
11. HTTPS 365 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pl.wikipedia.org/wiki/HTTPS>
12. Keeping data secure in the Trusted Cloud [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.microsoft.com/en-us/trustcenter/security/office365-security>
13. Mailbox migration to Office 365 the PowerShell migration entities [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://o365info.com/mailbox-migration-to-office-365-the-powershell-migration-entities-part-1-5>

14. Office 365 migration performance and best practices [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.microsoft.com/en-us/exchange/mailbox-migration/office-365-migration-best-practices>
15. Setting up Office 365 DNS records [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.worldsecuresystems.com/user-manual/site-settings/site-domains/setting-up-office-365-dns-records>

### References

1. Reese G. Cloud computing / George Reese. – SPb.: BHV Petersburg, 2011. – 288 p.
2. Banerjee B. Microsoft Exchange Server PowerShell Essentials / Banerjee B. -Packt Publishing, 2016. -210p.
3. Catrinescu V. Essential PowerShell for Office 365: Managing and Automating Skills for Improved Productivity / Catrinescu V. - Paperback, 2018. – 234 p.
4. Meloski V. Mastering Microsoft Exchange Server 2016, 2nd Edition / Meloski V., Wright B., Svidergol B., Clifton - Sybex, 2016. – 761 p.
5. Stanek W. Microsoft Exchange Server 2013 Pocket Consultant Databases, Services, & Management / Stanek W. - The Microsoft Press, 2013 – 384 p.
6. Withee R. The Office365 for Dummies, 3rd Edition /Withee R., Withee K., Reed J. -Withee R., 2018. -336p.
7. Information infrastructure – Wikipedia [Electronic resource] // Wikipedia. – Access mode: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Інформаційна\\_система](https://uk.wikipedia.org/wiki/Інформаційна_система)
8. Deep Dive: How Hybrid Authentication Really Works [Electronic resource]. – Access mode: <https://blogs.technet.microsoft.com/exchange/2017/05/24/deep-dive-how-hybrid-authentication-really-works/>
9. Domain Name System [Electronic resource]. – Access mode: [https://en.wikipedia.org/wiki/Domain\\_Name\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Domain_Name_System)
10. Get-AdSite [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.microsoft.com/en-us/powershell/module/exchange/active-directory/get-adsite>
11. HTTPS 365 [Electronic resource]. – Access mode: <https://pl.wikipedia.org/wiki/HTTPS>
12. Keeping data secure in the Trusted Cloud [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.microsoft.com/en-us/trustcenter/security/office365-security>
13. Mailbox migration to Office 365 the PowerShell migration entities [Electronic resource]. – Access mode: <https://o365info.com/mailbox-migration-to-office-365-the-powershell-migration-entities-part-1-5>
14. Office 365 migration performance and best practices [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.microsoft.com/en-us/exchange/mailbox-migration/office-365-migration-best-practices>
15. Setting up Office 365 DNS records [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.worldsecuresystems.com/user-manual/site-settings/site-domains/setting-up-office-365-dns-records>

Надійшла / Paper received: 30.07.2020  
Надрукована / Paper Printed : 02.09.2020