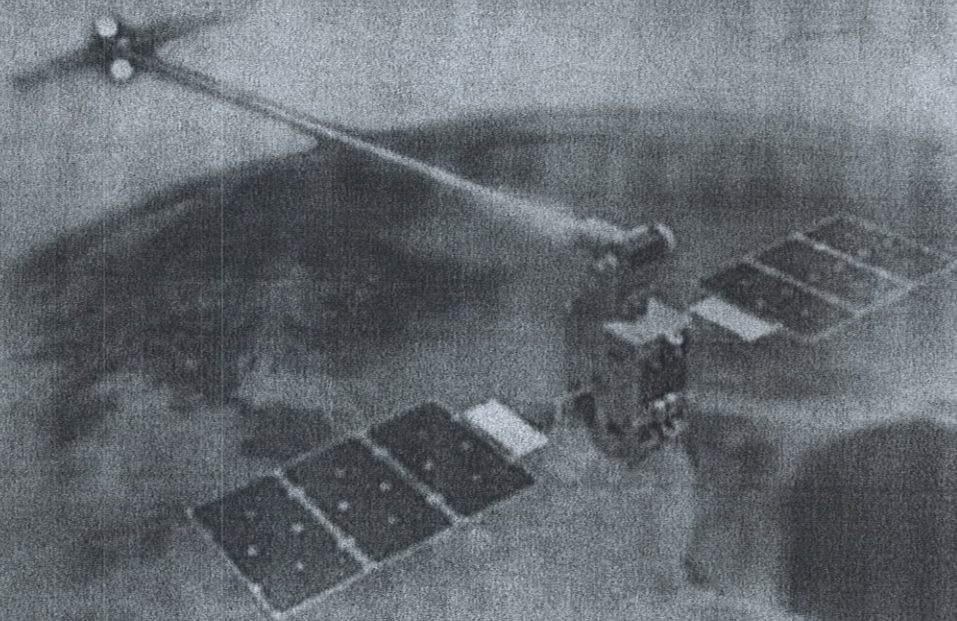


ISSN 2075-0781



# Наукоємні технології



Science-based

technologies



# НАУКОЄМНІ ТЕХНОЛОГІЇ

№ 2 (42) 2019

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Заснований у квітні 2009 р.

## Science-Based Technologies

УДК 001:629.7(051)

### ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

**В. В. Козловський** —  
перший проректор НАУ,  
доктор технічних наук, професор

### ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

**І. О. Мачалін** — декан факультету  
аеронавігації, електроніки та  
телекомунікацій НАУ  
доктор технічних наук, професор

### ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

**А. С. Савченко** — кандидат  
технічних наук, доцент

### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

**В. В. Бараннік**, д-р тех. наук, проф., Україна  
**А. Я. Білецький**, д-р тех. наук, проф., Україна  
**С. В. Бойченко**, д-р тех. наук, проф., Україна  
**М. А. Віноградов**, д-р тех. наук, проф.,  
Україна  
**О. О. Вовк**, д-р тех. наук, проф., Україна  
**О. Б. Гринишин**, д-р тех. наук, проф., Україна  
**С. О. Дмитрієв**, д-р тех. наук, проф., Україна  
**І. А. Жуков**, д-р тех. наук, проф., Україна  
**О. І. Запорожець**, д-р тех. наук, проф.,  
Україна  
**В. М. Ісаєнко**, д-р біол. наук, проф., Україна  
**І. О. Козлюк**, д-р тех. наук, проф., Україна  
**Г. Ф. Коначович**, д-р тех. наук, проф., Україна  
**Ю. О. Кутлахмедов**, д-р біол. наук, проф.,  
Україна  
**В. А. Лахно**, д-р тех. наук, проф., Україна  
**О. Є. Литвиненко**, д-р тех. наук, проф.,  
Україна  
**В. П. Матейчик**, д-р тех. наук, проф.,  
Україна

### ЗМІСТ

#### *Інформаційні технології, кібербезпека*

*Тамаргазін О. А., Ліннік І. І.*

Концепція програмного забезпечення для  
індивідуальних комунікаційних пристроїв  
у єдиному інформаційному полі забезпечення  
технологічних процесів в аеропорту.....157

*Терентьєва І. Є.*

Імітаційне моделювання доступності  
телекомунікаційних систем .....164

*Холявкіна Т. В., Шевченко О. П.,  
Сподобаєв М. С.*

Концептуальні рішення кабельної системи  
центру обробки даних .....169

*Vishnevsky A. V.*

Automated music composing with normal random  
numbers distribution as “informational DNA” sequencing .....177

*Okhremchuk O. S.*

Scheduling optimisation under contradictions  
in criteria functions.....184

#### *Екологія, хімічна технологія, біотехнології та біоінженерія*

*Radomska M. M., Ryabchevsky O. V., Chaplygina O. V.*

The assessment of the environmental situation at the territory  
of the Darnytsya industrial area of the Kyiv city.....189

*Бойченко С. В., Павлюх Л. І., Шкільнюк І. О.,  
Яковлева А. В., Матвеева І. В., Гудзь А. В.*

Аналіз екологічних властивостей компонентів  
традиційних і альтернативних авіаційних бензинів.....195

*Безвербна О. В.*

Порівняльний аналіз методів екстраполяції лабораторних  
даних на рівень екосистеми у водній екотоксикології.....207

*Борисюк А. О.*

Метод розв'язування задачі про течію в каналі  
з прямокутним розширенням у змінних  
функція течії-завихореність.....213

*А. В. Міщенко*, д-р тех. наук, проф., Україна  
*О. Г. Оксіюк*, д-р тех. наук, проф., Україна  
*О. О. Писарчук*, д-р тех. наук, проф., Україна  
*В. Г. Сайко*, д-р тех. наук, проф., Україна  
*О. В. Соломенцев*, д-р тех. наук, проф., Україна  
*В. В. Уланський*, д-р тех. наук, проф., Україна  
*В. П. Харченко*, д-р тех. наук, проф., Україна  
*Ф.Й. Яновський*, д-р тех. наук, проф., Україна

*Kraisat Yahya*, PhD, професор кафедри Електротехніки та електроніки, університету Аль-Хасан, Йорданія  
*М. П. Карпінський*, д-р тех. наук, проф., Польща

*Т. Хікмет Каракоч*, д-р тех. наук, проф., Анадолійський університет цивільної авіації, Турецька республіка  
*А. Раза*, PhD, технічний радник приватного департаменту Президента Об'єднаних Арабських Еміратів, ОАЕ  
*Г. М. Кухарьонюк*, д-р тех. наук, проф., Білоруський національний технічний університет, Республіка Білорусь

## ВІСНИК

### НАУКОЄМНІ ТЕХНОЛОГІЇ

№ 2 (42), 2019

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 13793-2767Р від 05.03.2008

Рекомендовано до друку Вченою радою Національного авіаційного університету (протокол № 6 від 26.06.2019)

Наказом Міністерства освіти і науки України № 1328 від 21.12.2015 р. науковий журнал «Наукоємні технології» включено до переліку наукових видань, публікації в яких зараховуються до результатів дисертаційних робіт з технічних наук (категорія «В»)

#### Адреса редакційної колегії:

03680, Київ-58, просп. Космонавта Комарова, 1, тел. 406-70-08

Комп'ютерна верстка — Л. Т. Колодіної  
Дизайн обкладинки — К. С. Лебеденко

*Вдовенко С. В., Вдовенко А. В.*  
Рационалізація системи збору та повернення конденсату в теплосиловому господарстві нафтопереробного заводу.....222

*Городецька Н. С., Макаренко А. А., Старовойт І. В.*  
Вплив симетрії коливань на резонанс на неоднорідних хвилях в пружному півшарі.....230

*Ладієва Л. Р., Борзенкова С. В.*  
Трьохфазна математична модель процесу зневоднення та гранулювання у псевдозрідженому шарі.....239

#### Електроніка, телекомунікації та радіотехніка

*Голубничий О. Г.*  
Аналіз особливостей реалізації EM-алгоритму при кластеризації систем сигнальних конструкцій.....246

*Костановський В. В.*  
Дослідження залежності показників надійності АФАР РЛС від температури активної зони кристала GaN транзисторів.....254

*Тушиця І. М.*  
Методологія реструктуризації даних інформаційного ресурсу для підвищення ефективності статистичного кодування.....262

#### Транспорт, транспортні технології

*Gvozdetskiy I. I., Volianska L. G., Fakhar Mohammad*  
Gas turbine plant on the basis of the converted aviation engine with heat regeneration.....270

*Поздняков А. А., Мироненко В. К., Позднякова О. О.*  
Інформаційна модель розвитку залізничної транспортної інфраструктури в системі мультимодальних пасажирських перевезень.....280

*Вимоги до оформлення статей* .....288

Підп. до друку 01.07.2019. Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 15,11. Обл.-вид. арк. 16,25.

Тираж 100 пр. Замовлення № 194-1.

Видавець і виготівник Національний авіаційний університет  
03680, Київ-58, проспект Космонавта Комарова, 1

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002  
© Національний авіаційний університет, 2019



DOI:10.18372/2310-5461.42.13748

УДК 004.716(045)

**Т. В. Холявкіна**, канд. техн. наук, доц.  
Національний Авіаційний Університет  
orcid.org/0000-0002-2848-4524  
e-mail: holyavkina.t@gmail.com

**О. П. Шевченко**, ст. викладач  
Національний Авіаційний Університет  
orcid.org/0000-0001-9286-9018  
e-mail: shevchenkoalexandrpetrovich@gmail.com

**М. С. Сподобасв**  
Національний авіаційний університет, Київ  
orcid.org/0000-0003-1575-9397  
e-mail: robinprut@gmail.com

## КОНЦЕПТУАЛЬНІ РІШЕННЯ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ

### Вступ

Адаптивна Інженерна Інфраструктура Центру обробки даних (NCPI — Network Critical Physical Infrastructure) — це фундамент, на якому базуються інформаційні технології (IT) та телекомунікаційні мережі.

Серед вимог до Центру обробки даних (ЦОД) можна виділити цілодобовий режим роботи та моніторингу, високу відмовостійкість, надмірність (резервування), безпеку, контроль параметрів середовища, пожежну безпеку, можливість швидкого розгортання та зміни конфігурації, підключення до територіальних, глобальних мереж або Internet [1; 2].

Розташування і розмір ЦОД повинні відповідати встановленому обладнанню, а його інженерне забезпечення — обов'язково передбачати резервування систем кондиціонування разом з гарантованим електропостачанням системами пожежогашіння та захисту від протікань. За необхідністю забезпечити безперебійне функціонування варто використовувати схеми резервування окремих інженерних систем NCPI [3].

Для проектування та розгортання інтегрованої системи, яка працює відповідним чином, важливо розглянути не окремі компоненти, а всю інфраструктуру. Коли окремі елементи придбані окремо від інших елементів NCPI, кінцевий результат зазвичай являє собою складку й непередбачувану систему NCPI, що складається із продуктів декількох постачальників повністю, або частково, не призначених для спільної роботи.

Зміни в сучасній економічній ситуації, занадто короткий цикл оновлення IT-середовища змінили відношення до способу досягнення

цінності бізнесу, який використовує NCPI. Необхідно по новому поглянути на доступність інфраструктури з урахуванням основних факторів, включаючи людський. Також варто розглянути й вартість: для прийняття рішення вже недостатньо враховувати тільки передплачені витрати, — вартість протягом життєвого циклу інфраструктури є тим, що дійсно стимулює цінність.

Тепер необхідно враховувати і такий вектор продуктивності, як швидкість реагування, за допомогою якої безпосередньо оцінюється здатність NCPI задовольняти непередбачені потреби та відповідати можливостям.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дата-центр (від англ. *data center*), або центр (зберігання і) обробки даних (ЦОД/ЦХОД) — це спеціалізована будівля для розміщення (хостингу) серверного і мережевого устаткування і підключення абонентів до каналів мережі Інтернет.

Великі дані (англ. *big data*) — серія підходів, інструментів і методів обробки структурованих і неструктурованих даних величезних об'ємів і значного різноманіття для здобуття сприйманих людиною результатів, що ефективних в умовах безперервного приросту, розподілу по багаточисельних вузлах обчислювальної мережі, сформувалися в кінці 2000-х років, альтернативних традиційним системам управління базами даних і вирішенням класу Business Intelligence.

Аналіз останніх публікацій показав, що проблеми інформаційної безпеки підприємств постійно посилюються процесами проникнення в усі сфери суспільства технічних засобів



обробки та передачі даних і, перш за все, обчислювальних систем [4; 5]. Про актуальність проблеми свідчить її широкий аналіз в численних літературних джерелах [4–7; 10]. Зокрема у праці [6] розглядаються методи моніторингу та управління інфраструктурою ЦОД, для забезпечення високої надійності та інформаційної безпеки. У праці [7] запропоновано метод дослідження математичної моделі системи інформаційної безпеки в комп'ютерній мережі, в тому числі ЦОД: оцінено пропускну здатність мережі та її компонентів, визначено вузькі місця в структурі обчислювальної системи; порівняно різні варіанти організації мережі, здійснено перспективний прогноз розвитку системи та передбачено майбутні вимоги по пропускій здатності мережі.

Однак, у розглянутих дослідженнях невисвітленим лишилось питання забезпечення надійності та оптимізації інфраструктури ЦОД.

#### Мета статті (постановка завдання)

З урахуванням зазначеного вище можна стверджувати, що розробка концепції підвищення надійності та оптимізації провідних зв'язків системи ЦОД є актуальним завданням.

#### Основна частина

Визначення цінності бізнесу, який використовує NCPI, ґрунтується на трьох головних критеріях: доступність, швидкість реагування і повна вартість володіння.

На рис. 1 представлені елементи що входять в критерій доступності.



Рис. 1. Критерій доступності

**Надійність.** Надійність — це ймовірність того, що функції пристрою, системи або процесу протягом заданого періоду часу виконуватимуться безвідмовно.

**Середній час відновлення (MTTR)** — відіграє важливу роль в доступності відновлюваної системи.

**Помилки персоналу.** При обговоренні доступності NCPI необхідно враховувати людський чинник.

#### Чинники доступності.

- При проектуванні NCPI необхідно враховувати такі чинники доступності: обирати виробників елементів NCPI, які виробляють у великих обсягах надійне обладнання;

- проектувати надмірність в NCPI для зменшення ймовірності відмови компонента, що порушує роботу ЦОД / IT-систем;

- забезпечити відновлюваність системи в межах години при виникненні відмови; прагнути, щоб всі елементи системи NCPI були призначені для спільної роботи;

- використовувати в системі, що проектується інтуїтивні, прості інтерфейси і профілактичне обслуговування;

- забезпечити, щоб система приймала і легко обробляла постійні зміни, не сприяючи виникненню помилок з боку людського чинника.



Рис. 2. Критерій швидкості реагування

**Швидкість реагування.** Швидкість реагування визначається, як здатність системи адаптуватися до змін (рис. 2).

**Швидкість розгортання.** Швидкість розгортання означає те, наскільки швидко система NCPI може бути спланована, спроектована, встановлена і введена в експлуатацію.

**Можливість масштабування.** Коли потоки основних фінансових фондів не є вільними (а в більшості випадків так воно і є), можливість масштабування ключовий чинник для забезпечення швидкості реагування.

#### Чинники швидкості реагування

При проектуванні NCPI необхідно враховувати такі чинники швидкості реагування:

- технічні рішення повинні забезпечувати установку інфраструктури NCPI в ЦОД з мінімальним обсягом робіт на місці;



- технічні рішення повинні забезпечувати за необхідності переміщення значної частини інфраструктури на новий об'єкт;
- технічні рішення повинні забезпечувати резервну NSPI (виділену доступність) для частини ЦОД;
- технічні рішення повинні забезпечувати масштабування резервів для автономної роботи згідно вимог.

Терміном «повна вартість володіння» або «ТСО» виражаються витрачені кошти (рис. 3).



Рис. 3. Критерій повної вартості володіння

ТСО визначається як повна вартість для однієї стійки впродовж життєвого циклу ЦОД. ТСО — це не лише первинне інвестування в NSPI (передоплачені витрати). У неї входять всі інші витрати, пов'язані з експлуатацією і обслуговуванням об'єкту інвестицій впродовж життєвого циклу (зазвичай 10–15 років).

**Капітальні витрати** — це гроші, витрачені на придбання або оновлення майна, обладнання і пов'язаного з ним фондів. Капітальні витрати для проекту NSPI — це реальні і вимірювані витрати.

**Експлуатаційні витрати** — це всі витрати, пов'язані з підтримкою життєдіяльності ЦОД. Експлуатаційні витрати для розгортання NSPI включають витрати на обслуговуючий персонал, навчання, обслуговування і ремонт.

**Витрати на енергопостачання.** Найбільша можливість для економії ТСО закладена у витратах на енергопостачання. Система джерел безперебійного електроживлення з явно завищеними резервами менш ефективна і вимагає значно більше енергії для роботи, ніж система, масштаби якої відповідають навантаженню.

#### Чинники ТСО

При проектуванні NSPI необхідно враховувати такі чинники ТСО:

- оцінити проект на основі TCO, а не лише виключно за передоплаченими витратами; вірно обрати розміри NSPI для оптимізації капітало-вкладень;
- оптимізувати відповідним чином ефективність енерговитрат для ЦОД відповідно до масштабів;
- включити в конструкцію високопродуктивні компоненти NSPI;
- мінімізувати витрати довгострокового обслуговування ЦОД.

Таким чином, на основі сказаного вище, парадигма цінності бізнесу буде мати такий вигляд:

$$\text{Цінність} = \frac{\text{Доступність} \times \text{Швидкість реагування}}{\text{ТСО} - \text{Повна вартість володіння}}$$

#### Рівні надійності центру обробки даних

Щоб підтримувати надійність роботи ЦОД, в стандарті Tia/eia-942 [1] специфікуються рівні експлуатаційної готовності і перераховуються заходи, що забезпечують функціонування обладнання ЦОД з врахуванням характеристик того або іншого рівня.

Стандарт описує вимоги до ЦОД відповідно до чотирьох певних рівнів (Tiers).

**Базовий рівень ЦОД (рівень I)** — величина експлуатаційної готовності має бути не менше 99,671 %, що відповідає максимально допустимій сумарній тривалості простоїв 28 год 48 хв. Це базовий рівень працездатності ЦОД. У такому ЦОД може встановлюватися джерело безперебійного електроживлення і навіть аварійний генератор, але в той же час використовується єдиний канал підведення електроживлення і єдиний канал розподілу повітря, що охолоджує.

**Рівень ЦОД з резервуванням компонентів (рівень II)** допускає тривалість простою не більше 22 год на рік (експлуатаційна готовність — 99,741 %). Основні системи спроектовані з резервуванням N+1 (Need plus One), що підвищує надійність і дає можливість проводити деякі види технічного обслуговування і ремонтів без перерви нормального ходу роботи центру обробки даних.

Проте технічне обслуговування і ремонт критичної лінії електропостачання і інших частин інфраструктури об'єкту вимагатиме зупинки процесу обробки даних.

**Одночасно обслуговуваний ЦОД (рівень III)** допускає проведення будь-яких запланованих дій з технічного обслуговування без переривання роботи комп'ютерного обладнання.



Стійкі до несправностей ЦОД (рівень IV) забезпечують 99,995 % експлуатаційної готовності і допускають простоя впродовж всього 25 хв за рік.

Інфраструктура центру даних четвертого рівня є оптимальним робочим середовищем для реалізації високонадійних IT-рішень, таких як кластерні обчислювальні системи, системи зберігання і відмовостійкі комп'ютерні мережі.

Виходячи, з необхідного рівня надійності і доступності інформаційної системи, здійс-

нюється вибір необхідних інфраструктурних підсистем і технологічних рішень.

### Концептуальні рішення для кабельної системи ЦОД

ЦОД містять велику кількість пристроїв із складними мережевими схемами, тому топологія кабельної системи дуже важлива.

Для опису ЦОД стандарт Tia-942 використовує топологію показану на рис. 4.

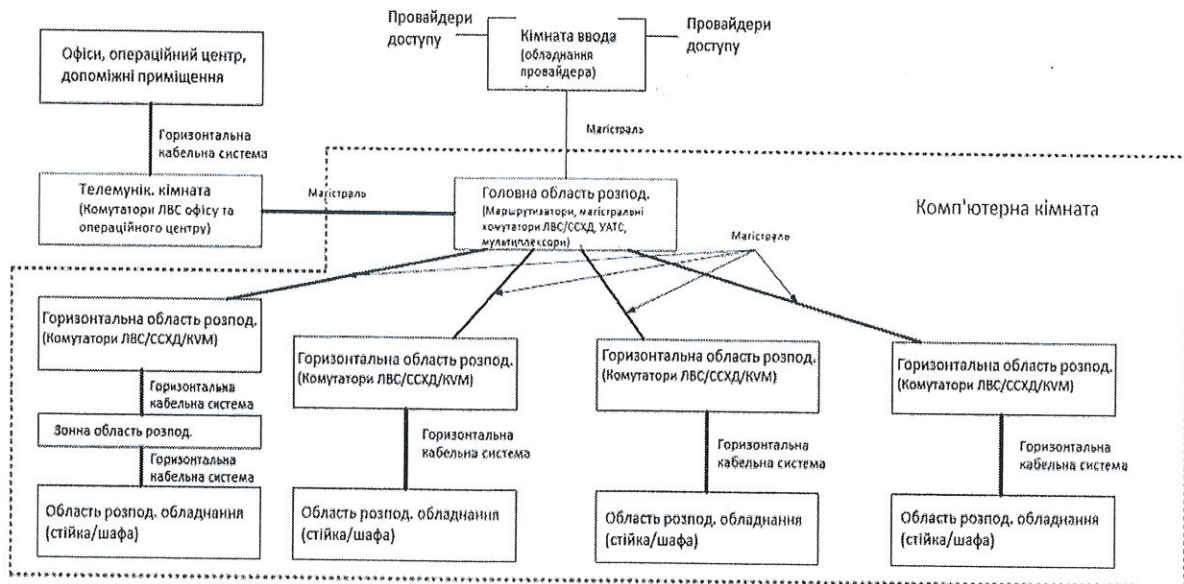


Рис. 4. Базова топологія ЦОД

Телекомунікаційні області ЦОД включають кімнату введення, головну розподільну область (MDA), горизонтальну розподільну область (HDA), зонну розподільну область (ZDA) і область розподілу устаткування (EDA).

*Кімната введення* — приміщення для підведення зовнішніх телекомунікаційних систем — це «місце стику» структурованої кабельної системи центру обробки даних із зовнішнім кабельним обладнанням, що належать постачальникам телекомунікаційних послуг. У цьому місці знаходяться розмежувальні засоби, що належать провайдеріві, і обладнання.

*Головна розподільна область* включає головний комутаційний пункт (MC), який є центральним пунктом розподілу структурованих кабельних систем (СКС) для ЦОД і може містити горизонтальний комутаційний пункт (HC), коли області розподілу устаткування обслуговуються безпосередньо від головної розподільної області.

*Горизонтальна область розподілу* використовується, для обслуговування області розподілу устаткування, коли HC не розташований в

головній області розподілу. Тому, коли це використовується горизонтальна область розподілу може включати горизонтальний комутаційний пункт, який є пунктом розподілу для того, щоб з'єднатися з областями розподілу обладнання. Горизонтальна область розподілу знаходиться усередині комп'ютерної кімнати.

*Область розподілу обладнання (EDA)* — це місце, виділене для розміщення кінцевого обладнання, включаючи телекомунікаційне обладнання і комп'ютерні системи. Ці області не повинні обслуговувати завдання кімнат введення, раніше за область розподілу або горизонтальної області розподілу. Типовий ЦОД містить одну кімнату введення, можливо, одну або декілька телекомунікаційних кімнат, одну головну область розподілу і декілька горизонтальних областей розподілу. При проектуванні ЦОД проектувальники можуть об'єднати головний комутаційний пункт і горизонтальний комутаційний пункт в єдиній головній області розподілу, в одній шафі або стійці.



**Фізичні середовища передачі**

**Горизонтальна кабельна лінія** — довжина кабелю від розніму горизонтального кросу в горизонтальній області розподілу або головною областю розподілу до розніму в області розподілу обладнання. Максимальна горизонтальна лінія повинна бути 90 м. Незалежно від виду середовища передачі. Максимальна довжина каналу, включаючи комутаційні кабелі обладнання повинна бути 100 м. Максимальна кабельне відстань в центрі обробки даних, що не містить горизонтальну область розподілу має бути 300 м.

Для оптичного каналу, включаючи комутаційні кабелі обладнання, 90 м. Для мідних кабелів, виключаючи комутаційні кабелі обладнання і 100 м для мідних кабелів, включаючи комутаційні кабелі обладнання. Якщо буде використовуватися зональна розетка, то максимальні горизонтальні відстані мідної середовища передачі повинні бути зменшені.

Додатково, горизонтальні кабельні відстані в комп'ютерній кімнаті, можливо, повинні бути зменшені, щоб дати компенсацію на довші комутаційні кабелі обладнання в областях розподілу центру обробки даних. Тому, необхідно обережно розглядати горизонтальне кабельне відстань, повинні бути зроблені гарантовані кабельні довжини і вимоги до передачі сигналів не перевищені.

Для мідної розводки, щоб зменшити втрати від загасання на ближньому кінці (NEXT loss) і зворотні втрати на відбиття (return loss) через вплив декількох з'єднань в безпосередній близькості, кінцеву закладення кабелю в місці зонного розподілу слід розміщувати не ближче 15 м (49 футів) від кінцевий закладення кабелю в горизонтальній області розподілу.

*Максимально допустима довжина для мідної кабельної розводки*

Мідні з'єднувальні шнури, що включаються в зонні розетки в місці зонного розподілу, повинні відповідати вимогам док. ANSI / TIA / EIA-568-B.2.

На підставі розгляду внесених втрат максимальна довжина визначається так:

$$C = (102 - H)/(1 + D), \tag{2.1}$$

де

- $Z = C - T \leq 22$  m) для 24 AWG UTP/ScTP або  $\leq 17$  m для 26 AWG ScTP;

де

- $C$  — це максимальна допустима сумарна довжина (у метрах) кабелю в місці зонного розподілу, з'єднувального шнура і шнура перемикачів;

- $H$  — довжина (у метрах) горизонтального кабелю ( $H + C \leq 100$  m);

- $D$  — понижуючий фактор, що залежить від типу шнура перемикачів (0,2 для шнура типу 24 AWG UTP/24 AWG ScTP і 0,5 для шнура типу 26 AWG ScTP);

- $Z$  — максимальна допустима довжина (у метрах) кабелю місця зонного розподілу .

- $T$  — сумарна довжина шнура перемикачів і з'єднувального шнура.

Розрахунки значень подані в таблиці, виконані з використанням наведених вище формул в припущенні, що сумарна довжина шнура перемикачів і з'єднувального шнура в головній області розподілу або в горизонтальній області розподілу становить 5 м (16 футів) для шнурів типу 24 AWG UTP / 24 AWG ScTP або 4 м (13 футів ) для шнурів типу 26 AWG ScTP.

Зонна розетка повинна бути забезпечена наклейкою з зазначенням максимально допустимої довжини кабелю в місці зонного розподілу.

Для дотримання цього обмеження потрібно дивитися на маркування, яка нанесена по довжині кабелю.

**Максимальна довжина горизонтального кабелю області обладнання**

| Довжина Горизонтальний кабель Н м. | 24 AWG UTP/24 AWG ScTP patch cords                   |  | 26 AWG ScTP patch cords                              |  |
|------------------------------------|--|--|--|--|
|                                    | Максимальна довжина для кабелю зональної області Z m | Максимальна повна довжина кабелів для зональної області, мережеві кабелі (patch cords), та кабель обладнання C m | Максимальна довжина для кабелю зональної області Z m | Максимальна повна довжина кабелів для зональної області, мережеві кабелі (patch cords), та кабель обладнання C m |
| 90                                 | 5  | 10   | 4  | 8  |
| 85                                 | 9  | 14   | 7  | 11   |
| 80                                 | 13   | 18   | 11   | 15   |
| 75                                 | 17   | 22   | 14   | 18   |
| 70                                 | 22   | 27   | 17   | 21   |



При виборі середовища передачі даних між MDA ЦОД і MDA будівлі або MDA провайдера комунікаційних послуг оптимальним є волоконно-оптичний кабель. До того ж для мідного кабелю, що підводиться до MDA, в місці підключення до зовнішніх телекомунікаційних мереж необхідно передбачити захист від перенапруження [8; 9].

На користь волоконної оптики, як кращого середовища передачі для ЦОД, свідчить ряд фактів:

- висока пропускна спроможність;
- велика дальність зв'язку;
- несприйнятність до електромагнітних перешкод;
- відсутність необхідності в заземленні.

Якщо виходити з пропускної спроможності і дальності зв'язку, то оптичне рішення вийде значно дешевше мідного. В оптичному волокні будь-якої категорії можна здійснювати передачу даних з швидкістю 10 Мбіт/с і 10 Гбіт/с. Волокно OM 3 (багатомодове волокно 3 класу) підтримує передачу десятигігабітного трафіку на відстані 300–550 м. Пропускна спроможність кабельного тракту в 10 Гбіт/с стає мінімальною вимогою для ЦОД.

Забезпечуючи продуктивність середовища передачі, при проектуванні кабельної системи ЦОД необхідно звертати увагу і на ієрархію з'єднань. У ЦОД мають місце не з'єднання «крапка-крапка» а кабельні тракти, що об'єднують області основної, горизонтальної і зонової розводки. Ці тракти можуть налічувати більше з'єднань, ніж тракти в звичайній СКС.

Для локальних обчислювальних мереж і SAN середовищ, (SAN — середовище пристроїв зберігання даних у вигляді блоків, доступ до яких відкритий у будь-який час) для зв'язку з сервером ЦОД потрібні кабелі, яким притаманні високі характеристики гнучкості і резервом для майбутніх широкосмугових додатків.

Порти комутаторів і мережеві інтерфейсні карти мають можливості підключення *Gigabit Ethernet* на основі кабелів категорії 5e і 6 UTP. Проте *Ethernet* постійно розвивається, і багато організацій звертаються до переваг 10 *Gigabit Ethernet*, щоб відповідати вимогам підтримки нових додатків. Проектувальники мереж повинні розглянути, як нові кабельні технології можуть бути використані для реалізації переваг ширини смуги в кабельній інфраструктурі [10; 11].

*Кабель категорії 5E UTP.* Цей тип кабелю став популярним з появою *Gigabit Ethernet*. Оскільки це був найперший стандарт, розроблений Інститутом інженерів з електротехніки і радіоелектроніки IEEE, з тих пір нові типи

кабелю з вищою пропускною спроможністю перевершили його вимоги.

*Кабель категорії 6 UTP.* Категорія 6 працює задовільно, якщо гнучка інфраструктура може підтримувати широкий спектр додатків. Вона забезпечує більш ніж достатню ширину смуги для гігабітних швидкостей передачі, і підтримує 10 Гбіт/с до 55 м. Для невеликих приміщень з комп'ютерним обладнанням або для модульних ЦОД з рядами серверів є можливість спроектувати горизонтальні траси до 55 м-коду завдовжки. Проте багатьом середнім і великим центрам обробки даних потрібні довші кабельні траси.

*Кабель нової категорії 6 UTP* — коли траси кабелю перевищують 55 м, єдина UTP-технологія, яка забезпечує швидкості передачі в 10 Гбіт/с до 100 м-коду, — нове покоління кабелів, яке називають покращеною категорією 6 (Augmented Category 6) (CA6).

*Волоконно-оптичні кабелі.* Стандарти IEEE 802.3 пакету протоколів локальної мережі, відомих як *Ethernet*, пропонують ряд варіантів для передачі даних на 10 Гбіт/с по оптоволокну. Звичайні передавачі по волоконно-оптичному кабелю можна спрощено розділити на три категорії:

– світловипромінювальні діоди (СВД) — дешеві, але мають обмеження швидкості передачі, які набагато нижче за 1 Гбіт/с;

– довгохвильові лазери — ці лазери працюють на довжинах хвиль 1310 нм і 1550 нм, з набагато більшими швидкостями, але коштують значно дорожче;

– короткохвильові лазери — технологія напівпровідникових лазерів з вертикальним резонатором і поверхневим випромінюванням (VCSEL), була розроблена для виробництва дешевих лазерів VCSEL — лазери на 10 Гбіт/с в даний час.

Три категорії волоконно-оптичних кабелів, об'єднані з технологією коротко- і довгохвильових лазерів, надають користувачам декілька можливостей, які мають різні співвідношення між відстанню і вартістю.

Багатомодове оптичне волокно (OM3) — оптичні волокна OM3 класифіковані як оптимізовані для лазерів. Щоб бути класифікованим як OM3, оптоволокну повинно мати ефективну модальну смугу пропускання не менше 2000 МГц/км. Диференціальні затримки мод (DMD) зустрічаються в оптоволокну, оптимізованому для лазера, але класифікація OM3 встановлює межу для DMD. При використанні багатомодового оптоволокну в ЦОД рекомендується використовувати оптичне волокно OM3.



Одномодове оптичне волокно (Os1) — останній варіант для передачі 10 Гбіт/с — одномодове оптичне волокно. 10gbase-lr і 10gbase-er засновані на стандартному одномодовому оптоволоконі та довгохвильових лазерах, так що максимальні відстані досить великі порівняно з ОМЗ. Ці технології дорожчі, оскільки вони використовують довгохвильові лазери з торцевим випромінюванням. 10gbase-lr і ER зазвичай застосовують для далеких відстаней в кампусах або між віддаленими підрозділами офісів.

#### Висновки

У статті запропоновано нове рівняння визначення цінності бізнесу, який використовує NCP1. При проектуванні і розгортанні інфраструктури, економічна ефективність проекту створення системи життєзабезпечення ЦОД може бути помітно підвищена, завдяки запропонованій концепції надійності проводових з'єднань системи ЦОД.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ANSI/TIA-942 STANDART Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers. URL: [http://www.ieee802.org/3/hssg/public/nov06/dimnico\\_01\\_1106.pdf](http://www.ieee802.org/3/hssg/public/nov06/dimnico_01_1106.pdf) (access date 10.10.2018 р.).
2. Сюзанн Найлз. Стандартизація і модульність в Адаптивній Інженерній Інфраструктурі Центра обробки даних. Інформаційна стаття №116. APC. URL: <https://www.apc.com/salestools/>

Холявкіна Т. В., Шевченко О. П., Сподобаєв М. С.

#### КОНЦЕПТУАЛЬНІ РІШЕННЯ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ

Створення Центру обробки даних Adaptive Engineering Infrastructure - це дуже складний процес. Зміни сучасної економічної ситуації, надзвичайно короткі цикли IT-середовища змінили ставлення до способу досягнення цінності бізнесу, що також використовує мережеву критичну фізичну інфраструктуру. Для проектування та розгортання інтегрованої системи, яка працює відповідним чином, важливо переглянути не лише окремі компоненти, але і всю інфраструктуру.

Серед старих систем мережевої критичної фізичної інфраструктури — зважаючи на їх унікальні проектні рішення та негнучку надлишкову конструкцію неможливо знайти систему, яка може оптимізувати всі три вектори виробництва (доступність, швидкість реагування, повна вартість володіння), не було способів отримання високоякісної системи (доступності) у прийнятних термінах (швидкість реакція), прийнятна ціна.

У роботі було розглянуто всі рівні надійності Data Center. Враховуючи необхідний рівень надійності та доступності інформаційної системи, обґрунтовано вибір необхідних підсистем інфраструктури та технологічних рішень. Економічна ефективність проекту може бути помітно підвищена завдяки запропонованому визначенню цінності бізнесу. При цьому концепція проводових з'єднань системи підвищує надійність самого проекту.

**Ключові слова:** центр обробки даних; рівень надійності; фізичне середовище передачі даних; безпека.

Holyavkina T. V., Shevchenko O. P., Spodobaiev M. S.

#### CONCEPTUAL SOLUTIONS OF THE CABLE DATA CENTER SYSTEM

The analysis of the last publications rotined that the problems of informative safety of enterprises were constantly aggravated the processes of penetration in all spheres of society of hardware's of treatment and communication of data and, foremost, computer systems. To actuality of problem its vast analysis testifies in numerous literary sources. Therefore, by a purpose robots there is development of conception of increase of reliability and optimization of wire connections of the system of Data Centre.

VAVR-626VPD/VAVR-626VPD\_R0\_RU.pdf (дата звернення 10.10.2018 р.).

3. Венди Торелл Адаптивная Инженерная Инфраструктура Центра обработки данных, оптимизация ценности бизнеса. Информационная стаття №117. APC. URL: [https://www.apc.com/salestools/VAVR-5X4MCQ/VAVR-5X4MCQ\\_R0\\_RU.pdf](https://www.apc.com/salestools/VAVR-5X4MCQ/VAVR-5X4MCQ_R0_RU.pdf) (дата звернення 10.10.2018 р.).

4. Домарев В. В. Безопасность информационных технологий. Системный подход. Киев, 2004. 992 с.

5. Конеев И. Р., Беляев А. В. Информационная безопасность предприятия. СПб, 2003. 354 с.

6. Savchenko A. S., Vasylenko V. A., Kolisnyk O. V., Holiavkina T. V. Computer networks monitoring and management methods. Наукоємні технології. 2018. Т. 39. №3. С. 281–288. DOI: 10.18372/2310-5461.39.13075.

7. Korniyenko V. Y., Galata L. P. Design and research of mathematical model for information security system in computer network. Наукоємні технології. 2017. Т. 34. №2. С. 114–118. DOI: 10.18372/2310-5461.34.11608.

8. Гринфилд Д. Оптические сети. Москва: ДС, 2002. 256 с.

9. Стерлинг Д. Дж., Бакстер Л. Кабельные системы, 2-е изд. Москва: Лори, 2003. С.313.

10. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. СПб.: Питер, 2016. 960 с.

11. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2016. — 992 с.



*Creating of an Adaptive Engineering Infrastructure Data Centre is a very complex process. Changes of modern economical situation, extremely short cycles of IT-environment changed attitude to way of chasing of business value that using Network Critical Physical Infrastructure as well. For protecting and deployment of integrated system working in positive way it's important to review not only single components but whole structure. Among old Network Critical Physical Infrastructure systems - counting their unique project decision and inflexible constriction it's impossible to find a system that can optimize all three vectors of production, there was no ways to get high quality system (accessibility), in acceptable terms (speed of reaction), acceptable price.*

*In work was reviewed all levels of reliability of Data Centre. Considering necessary level of trustiness and accessibility of information system, accomplishing a choice of necessary infrastructure subsystems and technological decisions.*

*The new equation of business value definition using Network Critical Physical Infrastructure is offered.*

*During projecting and deployment of infrastructure, economical potency of system life support projecting of Data System creation could be noticeably increased, due to conception of wire connections of Data System reliability that proposed.*

**Keywords:** data center; reliability level; physical media; security.

**Холявкіна Т. В., Шевченко А. П., Сподобаєв Н. С.  
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

*Создание Центра обработки данных Adaptive Engineering Infrastructure — это очень сложный процесс. Изменения современной экономической ситуации, чрезвычайно короткие циклы IT-среды изменили отношение к способу достижения ценности бизнеса, что также использует сетевую критическую физическую инфраструктуру. Для проектирования и развертывания интегрированной системы, которая работает соответствующим образом, важно учитывать не только отдельные компоненты, но и всю инфраструктуру.*

*Среди старых систем сетевой критической физической инфраструктуры, ввиду их уникальности проектных решений и жесткой избыточной конструкции, невозможно найти систему, которая может оптимизировать все три вектора производства (доступность, скорость реагирования, полная стоимость владения), не было способов получения высококачественной системы (доступности) в приемлемых сроках (скорость реакция) по приемлемой цене.*

*В работе были рассмотрены все уровни надежности Data Center. Учитывая необходимый уровень надежности и доступности информационной системы, обоснован выбор необходимых подсистем инфраструктуры и технологических решений. Экономическая эффективность проекта может быть заметно повышена благодаря предложенному определению ценности бизнеса. При этом концепция проводных соединений системы повышает надежность самого проекта.*

**Ключевые слова:** центр обработки данных; уровень надежности; физическая среда передачи данных; безопасность.

Стаття надійшла до редакції 13.05.2019 р.

Прийнято до друку 12.06.2019 р.