УДК 004.722.25 **doi: 10.26906/SUNZ.2023.3.111**

А. С. Коростельов, М. І. Гученко, А. Л. Перекрест, А. В. Нікітіна, К. О. Вадурін

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, Україна

МОДЕЛЬ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ БАЗОВАНОЇ НА ТЕХНОЛОГІЯХ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ПІДПРИЄМСТВА З ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анотація. Зараз у світі фіксуються значні екологічні зміни. Особливо екологічні зміни відчутні в Україні, де наразі триває війна та відбулася екологічна катастрофа у зв'язку з руйнуванням Каховської ГЕС. У зв'язку з війною та зміною русла Дніпра відбувається міграція населення та релокація бізнесу, що викликають зміни у концентрації та локаціях викидів у атмосферне повітря. Тому збільшуються вимоги до якості, кількості та масштабу проведення досліджень екологічного стану повітря. Для забезпечення поставлених вимог до екологічних досліджень, а також для збільшення рівня автоматизації збору, збереження, обробки та напівавтоматичного формування звітів про дані з станцій, постів спостереження, актуальною задачею є створення програмно-апаратної інформаційної системи. Це дослідження зосереджене на створенні моделі апаратної частини інформаційної системи у вигляді мережі у Cisco Packet Tracer, що підтримує інтеграцію розумних пристроїв, для провадження процесу екологічного моніторингу. Об'єктом цього дослідження є процес моделювання корпоративної мережі. Предметом дослідження є моделювання архітектури корпоративної мережі з підтримкою технологій Інтернету речей за допомогою Cisco Packet Tracer. Метою дослідження є відтворення моделі аналітично розрахованої корпоративної мережі за допомогою Cisco Packet Tracer, що дозволить протестувати мережу у різних режимах роботи та сформувати пул рекомендованих налаштувань перед її фізичною реалізацією. У ході дослідження використано метод моделювання фізичного об'єкту в Cisco Packet Tracer та практично розподіллено адреси між локальними обчислювальними пристроями. Наукова новизна роботи полягає у тому, що у перше розроблено модель корпоративної мережі з підтримкою технологій Інтернету речей підприємства з екологічних досліджень, що, на відміну від інших, має дві деревоподібні топології об'єднані у початкових вузлах бездротовою мережею, що дозволяє облаштувати два відокремлені фізично блоки підприємства, без необхідності монтажу Інтернет-дротів приватними приміщеннями. У ході дослідження за аналітичними розрахунками побудовано модель мережі у Cisco Packet Tracer, визначено пул статичних адрес необхідних для підключення локальних пристроїв та сформовано алгоритм подальшого монтажу мережі.

Ключові слова: LAN, Комп'ютерна мережа, TCP/IP, Wi-Fi, Ethernet, IoT, Cisco Packet Tracer.

Вступ

Постановка проблеми. У сучасному світі спостерігається значні екологічні зміни, що особливо помітні в Україні, де триває війна і сталася екологічна катастрофа внаслідок руйнування Каховської гідроелектростанції. В Україні внаслідок війни та зміни русла Дніпра відбувається міграція населення та перенесення бізнесу, що впливає на концентрацію та місця викидів у атмосферне повітря. Це призводить до зростання вимог щодо якості, кількості та масштабу досліджень екологічного стану повітря.

З метою задоволення вимог до екологічних досліджень та забезпечення автоматизації збору, зберігання, обробки та формування звітів за даними станцій та постів спостереження, стає актуальною задачею розробка програмно-апаратної інформаційної системи екологічних досліджень. Перед реалізацією програмної частини інформаційної системи необхідно спроєктувати, провести моделювання та реалізувати апаратну частину мережі, яка задовольнятиме поставлену задачу з автоматизації.

Мета та задачі досліджень. Метою дослідження є відтворення моделі аналітично розрахованої корпоративної мережі за допомогою Cisco Packet Tracer, що дозволить протестувати мережу у різних режимах роботи та сформувати пул рекомендованих налаштувань перед її фізичною реалізацією.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

– провести аналіз існуючих рішень;

– здійснити аналітичні розрахунки корпоративної мережі;

– створити власну модель проєктованої комп'ютерної мережі у Cisco Packet Tracer;

– визначити основні особливості розгортання мережі, перед її фізичною реалізацією.

Об'єкт та предмет досліджень. Об'єктом дослідження є процес моделювання корпоративної мережі з підтримкою технологій Інтернету речей. Предметом дослідження є моделювання архітектури корпоративної мережі з підтримкою технологій Інтернету речей за допомогою Cisco Packet Tracer.

Методи дослідження. У ході дослідження використано метод моделювання фізичного об'єкту в Cisco Packet Tracer та практично розподіллено адреси між локальними обчислювальними пристроями.

Наукова новизна роботи. Новизна роботи полягає у тому, що у перше розроблено модель корпоративної мережі з підтримкою технологій Інтернету речей підприємства з екологічних досліджень, що, на відміну від інших, має дві деревоподібні топології об'єднані у початкових вузлах бездротовою мережею, що дозволяє облаштувати два відокремлені фізично блоки підприємства, без необхідності монтажу Інтернет-дротів приватними приміщеннями.

Практична цінність отриманих результатів. Практична цінність отриманих результатів полягає у створенні повнофункціональної моделі корпоративної мережі, її налаштуванні, як для експлуатаційного режиму, та оптимізації роботи окремих пристроїв для сумісної взаємодії у одному локальному інформаційному просторі. Моделювання мережі призначене для попередньої оцінки оптимальності спроектованої мережі перед її фізичною реалізацією на підприємстві з екологічних досліджень.

© Коростельов А. С., Гученко М. І., Перекрест А. Л., Нікітіна А. В., Вадурін К. О., 2023

Аналіз подібних рішень

Завдяки мережам реалізується широка кількість ІТ-задач, але дослідивши матеріали у наукометричних базах за останні п'ять років виявлено мало актуальних праць пов'язаних з проєктуванням комп'ютерних мереж для конкретних задач.

У подібному дослідженні, проведеному Фаті Альмушхадані [1], була розроблена комп'ютерна система електронного архівування для Департаменту охорони здоров'я Ніневії. Метою цього дослідження було створення електронної системи архівування на основі комп'ютерної мережі для організаційного використання. Дослідження показало, що ця система має позитивний вплив на адміністративну роботу, спрощуючи процес архівування та зберігання документів і офіційної кореспонденції, звільняючи простір, який раніше займали паперові файли.

Проте, дане дослідження не може повністю використовуватися для реалізації мережі підприємства з екологічного моніторингу, оскільки не передбачено використання окремих серверів для автоматичного збирання та зберігання даних зі станцій моніторингу повітря. Також не враховані апаратні потужності для проведення розрахунків та прогнозування змін екології в досліджуваному середовищі.

Наведене дослідження має свою цінність у контексті розробки апаратної частини мережі екологічного підприємства, але потрібна додаткова реконфігурація мережі згідно вимог до структури відділів та інтерпретація наведених підходів для підключення пристроїв до мережі, щоб забезпечити достатню смугу пропускання для підключення віддалених станцій дослідження повітря.

Подібним до цього є дослідження з назвою «Розробка інформаційної системи управління комп'ютерною мережею Олександрівської Загальноосвітньої Школи І-ІІІ ступенів №1 Олександрівської районної адміністрації Кіровоградської області» [2].

У першому розділі автор розглядає загальні принципи побудови локальної мережі, аналізує різні структури, включаючи одногранні та ієрархічні, і надає основні характеристики технологій ЛОМ. Також проводиться огляд наявного мережевого обладнання, розглядаються різні типи з'єднань і надається опис мережевих операційних систем.

Другий розділ дослідження присвячений опису програмно-апаратного комплексу корпоративної локальної мережі та надає рекомендації щодо планування інформаційної безпеки, визначення необхідного обладнання та налаштування обладнання для реалізації мережі.

Проте, спроектована мережа не враховує наявність серверів для зберігання та опрацювання даних від зовнішніх станцій екологічних досліджень, а також не передбачає наявність інформаційної системи для автоматичного формування звітності.

Теоретична база дослідження

Ураховуючи розглянуті дослідження з проєктування комп'ютерних мереж, для розробки мережі підприємства з екологічних досліджень було використано навчально-методичні посібники та монографію, які містять описи та структури комп'ютерних мереж і принципи їх розробки.

Основним джерелом для проєктування програмної частини інформаційної системи є монографія авторства Купіна [3]. У цій монографії розглянуті ефективні критерії, методи та моделі для керування буровибуховими роботами з використанням комп'ютерної підтримки прийняття рішень. Принципи та методи висвітлені у роботі мають значний потенціал для інтерпретації та використання при розробці ефективної інформаційної системи екологічного моніторингу, яка буде функціонувати на проєктованій апаратній мережній інфраструктурі.

Для проектування апаратної частини локальної мережі підприємства з екологічних досліджень використовувалися праці Микитишина [4, 5], які охоплюють основні напрямки комп'ютингу, зокрема проєктування, розробку та моделювання різноманітних типів комп'ютерних мереж. Ця література використовувалася на попередньому етапі роботи з проведення аналітичних розрахунків корпоративної мережі базованої на технологіях Інтернету речей підприємства з екологічних досліджень [6].

Для моделювання спроєктованої мережі, у даному досліджені, з використанням віртуального середовища Cisco використано методику, яка описана в посібнику Кеньо [7]. Цей посібник надає базові принципи організації, підключення, функціонування та моніторингу технології Інтернету речей за допомогою середовища моделювання Cisco Packet Tracer. Також у ньому розглядаються методи захисту сервісів Інтернету речей і надаються теоретичні відомості про екосистему Розумного будинку та методичні вказівки щодо фізичних об'єктів або речей, які можуть бути підключені через мережу в середовищі Cisco Packet Tracer.

Матеріали дослідження

На попередньому етапі досліджень [6] створено фізичну структуру мережі екологічного підприємства (рис. 1). Моделювання комп'ютерної мережі в даній роботі проводиться в програмі Cisco Packet Tracer (рис. 2).

Застосування серверів для хмарних обчислень у моделі корпоративної мережі дозволяє зберігати та обробляти великі обсяги даних, що зібрані з віддалених автоматичних станцій дослідження складу атмосферного повітря. Це дасть змогу реалізувати програмне забезпечення для провадження статистичного аналізу, виявляти тенденції та закономірності, що пов'язані з викидами підприємств та населення у атмосферу. Створена модель корпоративної мережі дозволяє забезпечити централізований збір даних з станцій та постів досліджень.

Фахівці технологічного відділу, за такої реалізації мережі, зможуть віддалено калібрувати автоматизовані станції екологічних досліджень, порівнювати їх показники з сусідніми, здійснювати віддалене технічне обслуговування, планувати встановлення додаткових датчиків для розширення кількості моніторингових міток.

Це спрощує процес керування віддаленим обладнанням підприємства та дозволяє ефективно використовувати його потенціал.

IP-адреси використовуються для ідентифікації пристроїв в мережі. Для взаємодії з іншими пристроями у мережі IP-адреса має бути призначена кожному мережевому пристрою (в тому числі комп'ютерам, серверам, маршрутизаторам і іншим). Такі пристрої в мережі називають хостами.

За допомогою маски підмережі визначається максимально можливе число хостів у конкретної мережі.

Крім цього, маски підмережі дозволяють розділити одну мережу на декілька підмереж.

Для коректного моделювання інтерфейсів хостів присвоєно статичні IP адреси модельованому обладнанню. Це вкрай необхідно для адекватного розподілення обчислювальних задач між серверами обробки даних та прогнозування екологічних змін. Присвоєні статичні IP адреси наведено у табл. 1.

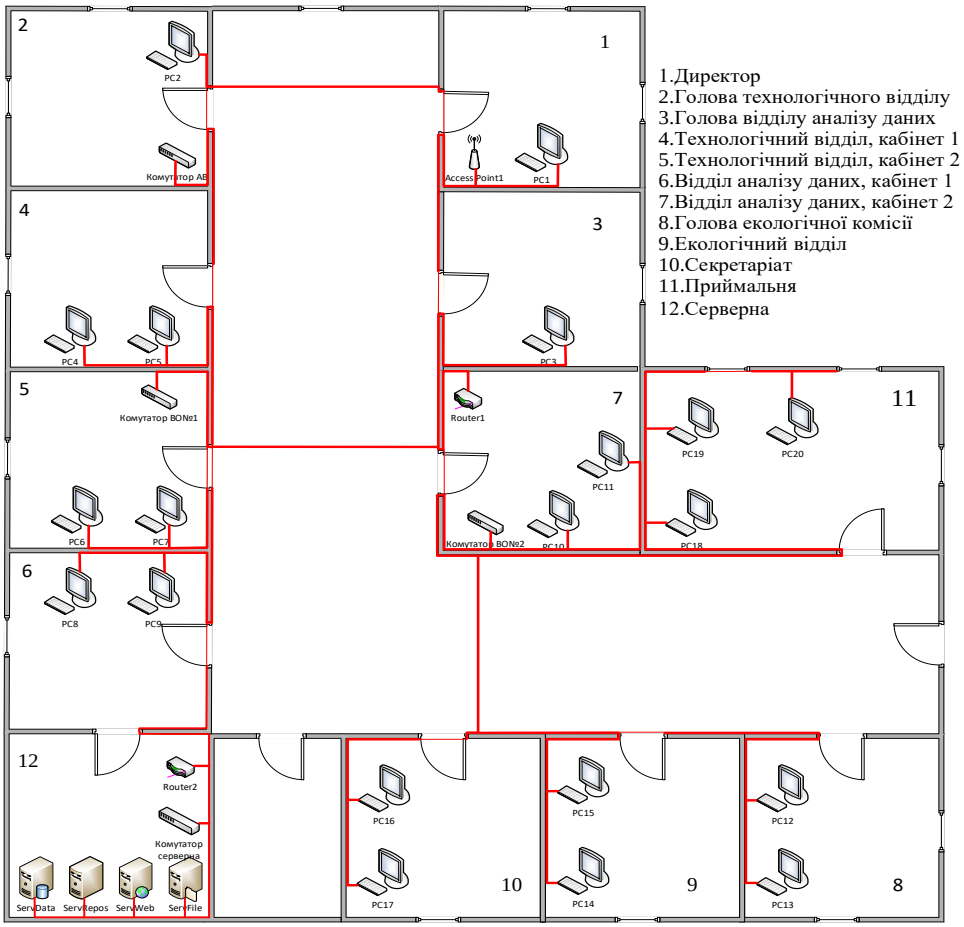

Рис. 1. Фізична структура мережі екологічного підприємства

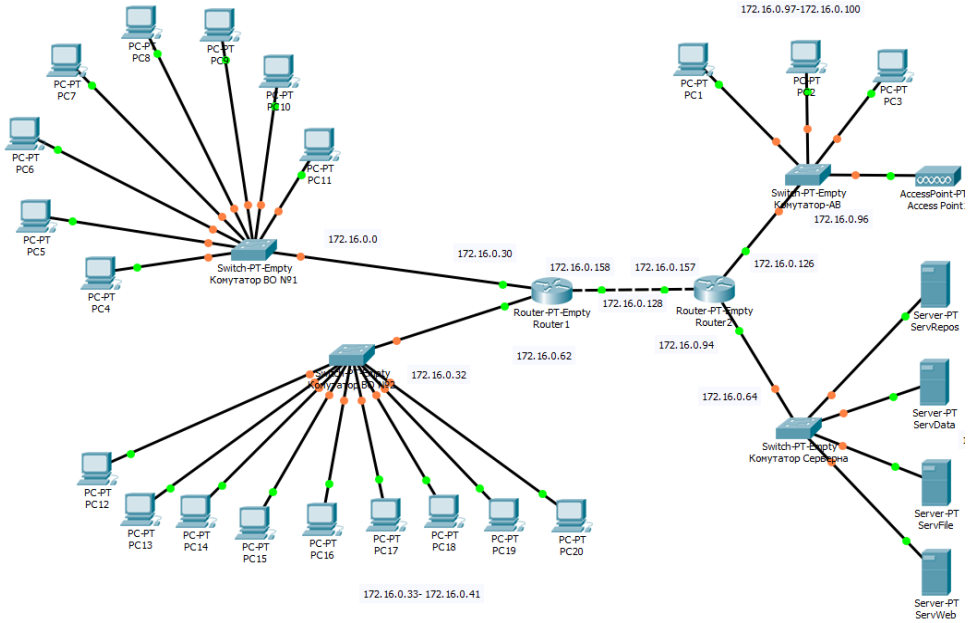

Рис. 2. Модель проєктованої комп'ютерної мережі у середовищі Cisco Packet Tracer

Таблиця 1 – **Таблиця використаних IP адрес**

Ім'я підмережі	Кількість обладнання	Адреса підмережі	Діапазон адрес	Мас-ка
1	8	172.16.0.0	172.16.0.1-172.16.0.30	/27
2	9	172.16.0.32	172.16.0.33-172.16.0.62	/27
3	4	172.16.0.64	172.16.0.65-172.16.0.94	/27
4	4	172.16.0.96	172.16.0.97-172.16.0.126	/27
5	2	172.16.0.128	172.16.0.129-172.16.0.158	/27

Слід зазначити, що ппередбачені особливості розгортання модельованої мережі при фізичній реалізації є такими:

– кабелі повинні бути захищені від фізичних пошкоджень, втручання неуповноважених осіб та впливу навколишнього середовища;

– обладнання мережі необхідно зберігати у спеціально відведених місцях захищених від впливу зовнішнього середовища та неуповноважених осіб;

– обладнання мережі необхідно регулярно обслуговувати.

Відповідальними за обслуговування та усунення проблем роботи мережі є уповноважені працівники технологічного відділу екологічного підприємства.

Серед їх обов'язків є:

– налаштування та підтримка роботи мережі та усіх її компонентів;

– підтримка працездатності робочих станцій;

– модернізація програмного та апаратного забезпечення, а також планування його удосконалення.

Висновки та обговорення

Використання технологій IoT при проєктуванні програмно-апаратної інформаційної системи дозволить автоматизувати процеси збирання, обробки, прогнозування та формування звітності за показниками автоматичних станцій екологічного моніторингу. Це сприятиме забезпеченню ефективного керування процесами підприємства з екологічних досліджень.

У даній роботі змодельовано частину такої інформаційної системи у вигляді комп'ютерної мережі у середовищі Cisco Packet Tracer. Також проведено розподіл IP адрес між локальним обладнанням, що є основою подальшої розробки програмного забезпечення для розподілених обрахунків на серверних потужностях.

У подальшій роботі планується фізична реалізація серверної частини цієї комп'ютерної мережі. Також заплановано початок проєктування інтерпретації програмної частини інформаційної системи, що ґрунтуватиметься на принципах та методах висвітлених у роботі Купіна [3].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Fathi Almushhadani A., & Khalil Alanezi M. Designing a Computer-Based Electronic Archiving System for Nineveh Health Department. AL-Rafidain Journal of Computer Sciences and Mathematics, 2018. 12(2). 39-48. doi: https://doi.org/10.33899/csmj.2018.163580
2. Торбенко О.С. Проектування комп'ютерної мережі … Кіровоградської області / О.С. Торбенко. – Полтава: Нац. ун-т ім. Ю. Кондратюка, 2021. – 69 с. http://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/10237.
3. Купін А.І., Музика І.О. Комп'ютерна підтримка прийняття рішень для автоматизованого керування буровибуховими роботами з мінімізацією енерговитрат. Кривий Ріг, 2013. 200 с.
4. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник. Книга 1, Львів, «Магнолія 2006», 2022. 256 с.
5. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник. Книга 2, Львів, «Магнолія 2006», 2017. 327 с.
6. Коростельов А.С., Гученко М.І., Перекрест А.Л., Чорна О.А., Вадурін К.О. Аналітичні розрахунки корпоративної мережі базованої на технологіях Інтернету речей підприємства з екологічних досліджень.
7. Кеньо Г.В., Хома В.В. Моделювання розумного будинку в середовищі Cisco Packet Tracer, 2022. 104 с.

Received (Надійшла) 25.06.2023
Accepted for publication (Прийнята до друку) 06.09.2023

A model of a corporate network based on iot technologies of an environmental research enterprise

Arsenii Korostelov, Mykola Guchenko, Andrii Perekrest, Alyona Nikitina, Kyrylo Vadurin

Abstract. Significant environmental changes are being recorded around the world. Environmental changes are particularly noticeable in Ukraine, which is currently experiencing a war and an environmental disaster due to the destruction of the Kakhovka hydroelectric power station. Due to the war and the change in the Dnipro riverbed, population migration and business relocation are taking place, causing changes in the concentration and location of air emissions. As a result, requirements for the quality, quantity and scope of air quality studies are increasing. To meet the requirements for environmental research, as well as to increase the level of automation of data collection, storage, processing and semi-automatic generation of reports on data from stations and observation posts, the creation of a software and hardware information system is an urgent task. This study focuses on creating a model of the hardware part of the information system in the form of a network in Cisco Packet Tracer, which supports the integration of smart devices, for the environmental monitoring process. The object of this study is the process of modelling a corporate network. The subject of the study is modelling the architecture of a corporate network supporting IoT technologies using Cisco Packet Tracer. The purpose of the study is to recreate the model of an analytically calculated corporate network using Cisco Packet Tracer, which will allow testing the network in different modes of operation and forming a pool of recommended settings before its physical implementation. In the course of the study, the method of modelling a physical object in Cisco Packet Tracer was used and the addresses were practically distributed among local computing devices. The scientific novelty of the work lies in the fact that for the first time a model of a corporate network with support for IoT technologies of an environmental research enterprise has been developed, which, unlike others, has two tree-like topologies connected at the initial nodes by a wireless network, which allows to equip two physically separate blocks of the enterprise, without the need to install Internet wires in private premises. In the course of the study, based on analytical calculations, a network model was built in Cisco Packet Tracer, a pool of static addresses required to connect local devices was determined, and an algorithm for further network installation was formed.

Keywords: LAN, Computer network, TCP/IP, Wi-Fi, Ethernet, IoT, Cisco Packet Tracer.