

Коростельов А.С.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Гученко М.І.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Перекрест А.Л.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Самойлов А.М.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Вадурін К.О.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

АНАЛІТИЧНІ РОЗРАХУНКИ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ БАЗОВАНОЇ НА ТЕХНОЛОГІЯХ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ПІДПРИЄМСТВА З ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Наразі у світі вкрай гостро постає проблема підтримання стабільного рівня чистоти атмосферного повітря, зважаючи на високий рівень урбанізації, збільшення числа підприємств з атмосферними викидами та збільшення кількості особистого автотранспорту. У той же час, в Україні у зв'язку з війною та знищенням Каховської ГЕС відбувається значні незворотні зміни: міліє Каховське водосховище; переміщуються підприємства; відбувається внутрішня міграція населення; зменшується кількість каналів для зрошення полів у південній частині України. При цьому збільшується навантаження на організації з екологічних досліджень, адже необхідно аналізувати поточний стан атмосферного повітря, за умов релокації виробничих підприємств та населення з інших областей, що викликають зміни у щільності та інтенсивності викидів, які були виявлені, статистично зафіксовані, та прогнозовані до початку війни та Каховської екологічної катастрофи. Щоб автоматизувати частину рутинних завдань з екологічних досліджень, забезпечити апаратно-мережеве підґрунтя для реалізації актуальних інформаційних систем для аналізу екологічних даних актуальною задачею є розрахунок корпоративної мережі базованої на технологіях інтернету речей підприємства з екологічних досліджень. У даній роботі використано методи та алгоритми, що дозволяють провести розрахунки проєктованої мережі, та обрати оптимальні рішення для її реалізації. Робота включає моделювання різних сценаріїв використання мережі та розрахунок необхідних ресурсів для підтримки функціональних вимог підприємства.

Метою роботи є розрахунок та проєктування, корпоративної мережі підприємства з екологічних досліджень з підтримкою технологій Інтернету речей, що у майбутньому дозволить автоматизувати завдання з отримання, обробки та запису екологічних показників у базу даних підприємства для подальшого напівавтоматичного формування звітності.

Об'єктом дослідження є корпоративна мережа.

Предметом дослідження є корпоративна мережа базована на технологіях Інтернету речей підприємства з екологічних досліджень.

Методологією у роботі є застосування: підходів до проєктування мереж виходячи з рекомендацій до архітектури мереж Інтернету речей та Industry 4.0; методів аналітичних розрахунків широкосмугових пропускових ліній; математичного моделювання передачі даних мережами.

У ході роботи проведено аналіз вимог та потреб підприємства, розроблено математичні моделі, реалізовано алгоритми та здійснено розрахунки, що дозволили побудувати оптимальну корпоративну мережу з використанням технологій Інтернету речей для підприємства з екологічних досліджень.

Наукова новизна роботи полягає у тому, що уперше розроблено аналітичну модель корпоративної мережі підприємства екологічних досліджень, що, на відміну від інших, розроблена з застосуванням рекомендацій до архітектури мереж Інтернету речей та методів для забезпечення оптимальних показників швидкості обміну інформацією та безпеки.

Практична значимість роботи полягає у розробці аналітичної моделі комп'ютерної мережі підприємства з екологічних досліджень. За результатами моделювання аналітичної моделі буде прийнято рішення про фізичну реалізацію розробки на підприємстві. Якщо мережа буде прийнята до реалізації та створена фізично, на її основі буде розгорнуто проєктовану програмну інформаційну систему для прогнозування екологічних показників.

Ключові слова: LAN, комп'ютерна мережа, TCP/IP, Wi-Fi, Ethernet, аналітичні розрахунки, IoT.

Постановка проблеми. В світі нині серйозно стоїть проблема забезпечення чистого повітря внаслідок високої урбанізації, збільшення кількості підприємств з викидами та зростанням автотранспорту. В Україні також спостерігаються значні незворотні зміни через війну та зруйнування Каховської ГЕС: обміління Каховського водосховища, переміщення підприємств, внутрішня міграція населення та скорочення зрошувальних каналів у південній частині країни. Це створює додаткове навантаження на екологічні дослідницькі організації, оскільки потрібно аналізувати поточний стан повітря з урахуванням перенесення виробництва та переселення населення з інших регіонів, що змінюють щільність та інтенсивність викидів, що були зафіксовані, вивчені та прогнозовані до початку конфлікту та екологічної катастрофи. Для автоматизації рутинних завдань екологічних досліджень, створення апаратно-мережевої основи для реалізації інформаційних систем обробки та аналізу екологічних даних стає актуальною задачею розрахунок та проєктування корпоративної мережі, що базується на технологіях Інтернету речей для підприємств, які займаються екологічними дослідженнями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Хоча мережі широко використовуються для усіх сучасних задач обміну інформацією, на даний час у наукометричних базах мало актуальних наукових праць пов'язаних з проєктуванням мереж на базі технології Інтернету речей.

Подібним дослідженням є праця з темою «Розробка комп'ютерної системи електронного архівування для Департаменту охорони здоров'я Ніневії» [1]. У дослідженні автори ставлять за мету розробку електронної системи архівування на основі комп'ютерної мережі для організаційного використання. Проаналізована робота схожа за змістом на роботу що проводиться, адже наразі основна частина документообігу в екологічних установах відбувається за допомогою паперових носіїв. Реалізація системи передбачає перетворення паперових документів і додатків в електронний формат та зберігання їх у базі даних з індексацією за номером документа або книги. Система надає засоби для управління поштою, робочим процесом, підготовки звітів, а також гнучкість

у керуванні базою даних системи (резервне копіювання, оновлення адміністративних одиниць відповідно до структури організації).

Дослідження показало, що електронна система архівування має позитивний вплив на адміністративну роботу, спрощуючи процес архівування та зберігання документів і офіційної кореспонденції, що дозволяє звільнити простір, зайнятий паперовими файлами. Вона також зменшує час і зусилля, витрачені на пошук файлів, і сприяє зручному обміну документами за допомогою локальної мережі. Дослідження також ставить за мету підвищення ролі архівування у запуску проєкту електронного уряду шляхом поліпшення та спрощення процедур офіційних транзакцій. Дане рішення не може бути повністю використане для реалізації мережі підприємства з екологічного моніторингу, адже не передбачено використання окремих серверів для автоматичного збирання та зберігання даних з станцій моніторингу повітря, також не передбачено апаратних потужностей для проведення розрахунків та прогнозування змін екології досліджуваного середовища.

Близькою за підходом до проєктування є розробка з темою «Проєктування комп'ютерної мережі Олександрівської ЗШ I-III ступенів № 1 Олександрівської районної адміністрації Кіровоградської області» [2].

Як зазначає автор, у першому розділі розглянуто загальні принципи побудови локальної мережі, одногранні та ієрархічні структури, надано базову характеристику технологіям ЛОМ, проведено огляд наявного мережевого обладнання, розглянуто типи з'єднань ліній і виконано опис мережевих операційних систем. У другому розділі роботи описано програмно-апаратний комплекс «корпоративної» локальної мережі та надано рекомендації з планування інформаційної безпеки, кількості необхідного обладнання, проведення налаштування обладнання, для її реалізації.

Однак спроектована мережа не передбачає наявності серверів для зберігання та опарювання даних від зовнішніх станцій екологічних досліджень, інформаційної системи для формування автоматичної звітності.

У статті «Побудова гетерогенної мережі підприємства з підтримкою QoS/QoE якості доставки

інформації» [3] досліджуються підходи до побудови гетерогенної мережі підприємства, яка може підтримувати якість послуг QoS та суб'єктивну оцінку QoE для загального трафіку мережі та мультимедійного сервісу відео- та аудіо- з мінімізацією негативних факторів.

У дослідженні наведено опис підходу до побудови мережі підприємства що базуються на аналізі стандартів, що дозволяє обрати OSS/BSS та TMN з точки зору забезпечення якості мережі з початку її побудови. Підхід, запропонований у роботі, включає розгляд параметрів, що являють собою параметри якості обслуговування QoS на прикладному, мережевому та фізичному рівнях ISO/OSI. Надійність передачі пакетів залежить від пропускної спроможності, затримки, тремтіння, втрати даних, доступності послуги, безпеки, зони покриття та часу встановлення з'єднання. На відміну від QoS показника, QoE не технічний та вимірює ступінь позитивного чи негативного досвіду користування як залишкову якість після спотворення контенту гетерогенною мережею до кінцевого користувача.

Вищеназвані фактори впливу змінюють акцент управління гетерогенною мережею підприємства в бік продуктивності. Результати показують, що якість передачі мультимедіа трафіку визначається втратою мережевих пакетів, тремтінням та затримкою пакета, затримкою з'єднання.

Переваги побудови гетерогенної мережі підприємства з підтримкою QoS/QoE якості доставки інформації наступні:

1. Покращена якість обслуговування для всіх типів трафіку, включаючи відео, аудіо та голосовий.
2. Зменшена затримка та тремтіння для мультимедіа трафіку.
3. Покращена продуктивність та надійність мережі.
4. Зручніша та ефективніша адміністрування та обслуговування мережі.
5. Покращена суб'єктивна оцінка якості обслуговування кінцевими користувачами.

Недоліки побудови гетерогенної мережі підприємства з підтримкою QoS/QoE якості доставки інформації:

1. Більш складна та дорожча мережа.
2. Більше вимог до обладнання та програмного забезпечення.
3. Більш складне адміністрування та обслуговування мережі.
4. Необхідність більш висококваліфікованого персоналу для управління мережею.

Загалом, переваги побудови гетерогенної мережі підприємства з підтримкою QoS/QoE якості доставки інформації переважають недоліки. Гетерогенні мережі пропонують низку переваг у порівнянні з традиційними мережами, включаючи покращену якість обслуговування, продуктивність та надійність. Що буде враховано при подальшому проектуванні мережі підприємства з екологічних досліджень.

Дослідження описане в статті «Алгоритмічне забезпечення для планування інформаційно-комунікаційної мережі підприємства на базі технологій 5G» [4] має цінну інформацію для розгляду перспектив впровадження 5G у мережу підприємства з екологічних досліджень.

По-перше, дослідження допоможе покращити ефективність мережі Інтернету речей для екологічних підприємств. 5G мережі пропонують ширшу смугу пропускання та нижчу затримку, ніж попередні технології мережі, що може дозволити підприємствам збирати та обробляти більше даних з IoT пристроїв.

По-друге, дослідження допоможе покращити безпеку мережі Інтернету речей. 5G мережі пропонують нові функції безпеки, такі як шифрування та аутентифікація, що можуть захистити IoT пристрої від злому. Це допоможе екологічним підприємствам захистити їхні дані та активи від несанкціонованого доступу.

По-третє, дослідження допоможе знизити витрати на мережу Інтернету речей. 5G мережі є більш ефективними, ніж попередні технології мереж, що дозволить підприємствам заощадити гроші на витратах для реалізації мережі. Це допоможе підприємствам виділити більше коштів на інші важливі цілі, такі як аналіз та прогнозування екологічного стану досліджуваного регіону.

Однак, також є деякі недоліки дослідження описаного в статті.

По-перше, дослідження фокусується на плануванні 5G мереж для підприємств, а не на специфічних потребах підприємств з екологічних досліджень. Це означає, що результати дослідження цілком не можуть бути безпосередньо застосовуваними до підприємств з екологічних досліджень.

По-друге, дослідження є теоретичним, і не включає практичне впровадження 5G мережі для підприємства з екологічних досліджень.

Дослідження описане в статті «Комп'ютерна інженерія в страхових компаніях» [5] містить корисну інформацію для розробки мережі екологічного підприємства.

По-перше, застосування комп'ютерної інженерії в страхових компаніях допоможе покращити розу-

міння того, як використовувати комп'ютерні технології для покращення ефективності та продуктивності екологічних підприємств за аналогіями зі страховими.

По-друге, у дослідженні наведено опис можливостей використання комп'ютерних технологій для покращення обслуговування клієнтів.

По-третє, у дослідженні описано комп'ютерні технології для покращення ризик-менеджменту, що дозволяє розглянути можливість використання таких підходів для менеджменту підприємств з екологічних досліджень.

Однак у статті є деякі недоліки у розрізі розробки мережі для екологічного підприємства.

По-перше, дослідження фокусується на страхових компаніях, а не на підприємствах з екологічних досліджень. Це означає, що результати дослідження безпосередньо не стосуються підприємств з екологічних досліджень, хоча дозволяють розглянути застосовність представлених підходів для рішення поставленої задачі.

По-друге, дослідження є теоретичним, і не включає практичне впровадження комп'ютерних технологій у страхових компаніях. Це означає, що деякі результати дослідження можуть не відповідати реальній реалізації.

Теоретична база дослідження враховує проаналізовані наукові підходи до проектування комп'ютерних мереж, та за основу розробки мережі підприємства з екологічних досліджень також взято видання у яких описані комп'ютерні мережі та засади для їх розробки.

Основою для проектування програмної частини інформаційної системи стала монографія [6]. У даній монографії висвітлено розробку ефективних критеріїв, методів та моделей для керування буровибуховими роботами з використанням комп'ютерної підтримки рішень.

Оскільки у монографії висвітлено застосування методів теорії прийняття рішень, машинного навчання та паралельних обчислень у керуванні та оптимізації складних систем, робота є оптимальною за набором підходів для її інтерпретації для подальшої розробки інформаційної моніторингової екологічної системи, що функціонуватиме на спроектованій апаратній мережній частині.

Базою для проектування апаратної частини локальної мережі підприємства з екологічних досліджень є праці [7, 8], у яких висвітлено основні напрямки комп'ютерингу у тому числі проектування, розробку та моделювання комп'ютерних мереж різних призначень та типів.

Основою для подальшого моделювання спроектованої мережі у віртуальному середовищі

Cisco використано методику викладено у матеріалах [9]. У даному посібнику розглянуто базові принципи організації, підключення, функціонування та моніторингу технології Інтернету речей за допомогою середовища моделювання Cisco Packet Tracer, а також методи захисту сервісів Інтернету речей. Подано теоретичні відомості про екосистему Розумного будинку, методичні вказівки щодо фізичних об'єктів або речей, які можуть з'єднуватись через мережу в середовищі Cisco Packet Tracer.

Метою статті є розрахунок та проектування, корпоративної мережі підприємства з екологічних досліджень з підтримкою технологій Інтернету речей, що у майбутньому дозволить автоматизувати завдання з отримання, обробки та запису екологічних показників у базу даних підприємства для подальшого напів-автоматичного формування звітності.

Виклад основного матеріалу. Методологією у роботі є застосування: підходів до проектування мереж виходячи з рекомендацій до архітектури мереж Інтернету речей та Industry 4.0; методів аналітичних розрахунків широкосмугових пропускних ліній; математичного моделювання передачі даних мережами.

Об'єктом дослідження є корпоративна мережа.

Предметом дослідження є корпоративна мережа базована на технологіях Інтернету речей підприємства з екологічних досліджень.

Проведені аналітичні розрахунки дозволяють ефективно використати наявні ресурси підприємства, включаючи обладнання, персонал та мережеву інфраструктуру. Це допоможе знизити витрати і покращити продуктивність. Також, аналітичні розрахунки надають керівництву підприємства обґрунтовані дані та інсайди для прийняття рішень.

Для побудови мережі підприємства спершу проведено аналіз потреб кожного відділу підприємства в комп'ютеризованих робочих місцях враховуючи площу кабінетів. Визначено яке обладнання необхідне, його кількість та площу приміщення. Обирано топологію комп'ютерної мережі, тобто який буде спосіб з'єднання мережевих пристроїв, далі вибрано середовище передачі даних. Обираючи кабель враховано його переваги та недоліки, щоб запобігти збоїв комп'ютерної мережі. Після проведено огляд мережевих протоколів, необхідних для функціонування комп'ютерної мережі та передачі даних по ній. Стандарти Ethernet визначають дрютяні з'єднання і електричні сигнали на фізичному

рівні, формат пакетів і протоколи управління доступом до середовища – на каналному рівні моделі OSI. Для коректної роботи мережі використано мережеве обладнання, щоб розбити одну мережу на кілька підмереж. Також при побудові мережі передбачено додаткову функцію у вигляді VPN. VPN – це один із видів комп’ютерних мереж, що застосовує технологію захисту інформації в відкритому Інтернеті, засновану на застосуванні екранування між мережами та захисту трафіку мережі криптографічними методами. Дана технологія створена для об’єднання довірених мереж, вузлів і клієнтів між собою через захищені та відкриті для всіх мережі, щоб забезпечити передачу даних від станцій екологічних досліджень до серверів накопичення та обробки даних. Система безпеки проєктованої мережі не ґрунтується на одному методі, а використовує комплекс засобів захисту, що передбачає обладнання та використані протоколи.

Для визначення інформаційних потреб підприємства з екологічних досліджень, проаналізовано усю сукупність раніше зазначених вимог, технічних аспектів проєктування та узгоджено з замовником технічне завдання. Враховуючи об’єм даних, які передаються у мережі сформовано таблицю (табл. 1) інформаційних потреб підприємства. Зазвичай у мережі існує 3 види трафіку: локальний трафік, трафік до БД і трафік до глобальної мережі Інтернет.

Відповідно до аналізу потоків даних, описаному у [7], та інформаційної потреби підприємства, пропускна здатність мережі для кожного користувача наведена в табл. 2.

Таблиця 1

Таблиця інформаційної потреби підприємства

Елементи структури	Кількість пристроїв	Локальний трафік	Трафік до БД	Канал Ethernet
Відділ адміністрації				
Директор	1	25 Гб	35 Гб	40 Гб
Голова технологічного відділу	1	50 Гб	40 Гб	50 Гб
Голова відділу аналізу даних	1	50 Гб	40 Гб	50 Гб
Користувачі Wi-Fi	20	70 Гб	0 Гб	70 Гб

Розрахунок навантаження каналу всередині підрозділів до кожної робочої станції за формулою 1:

$$W_{group_i} = \frac{T_{I_i}}{N_i} + \frac{T_{L_i}}{N_i} + \frac{T_{BD_i}}{N_i} \quad (1)$$

де T_{I_i} – трафік Ethernet, T_{L_i} – локальний трафік, T_{BD_i} – трафік до бази даних, N_i – кількість робочих місць даного відділу.

Результатів розрахунку наведений у табл. 3.

З розрахунків видно, що канали головної магістралі справляються з навантаженням, оскільки коефіцієнт використання мережі на всіх ділянках знаходиться в межах до 39,82 %, відповідно використовуваний стандарти передачі даних задовольняє трансфер відповідного трафіку.

Проводимо розрахунок навантаження каналів головної магістралі за формулою 2:

$$W_{group_i} = T_{I_i} + T_{L_i} + T_{BD_i} \quad (2)$$

де T_{I_i} – трафік Ethernet, T_{L_i} – локальний трафік, T_{BD_i} – трафік до бази даних.

Таблиця 2

Вхідні дані трафіку мережі

Елементи структури	Кількість пристроїв	Локальний трафік	Трафік до БД	Канал Ethernet
Відділ адміністрації				
Директор	1	7,11 Мбіт/с	9,96 Мбіт/с	11,38 Мбіт/с
Голова технологічного відділу	1	14,22 Мбіт/с	11,38 Мбіт/с	14,22 Мбіт/с
Голова відділу аналізу даних	1	14,22 Мбіт/с	11,38 Мбіт/с	14,22 Мбіт/с
Користувачі Wi-Fi	20	7,96 Мбіт/с	0 Мбіт/с	7,96 Мбіт/с

Таблиця 3

Приклад результату розрахунків навантаження каналів

Елементи структури	Навантаження каналу, W_{group_i}	Використовуваний стандарт передачі даних	Коефіцієнт використання каналу
Відділ адміністрації			
Директор	28,45 Мбіт/с	Fast Ethernet 100Base-FX	28,45 %
Голова технологічного відділу	39,82 Мбіт/с	Fast Ethernet 100Base-FX	39,82 %
Голова відділу аналізу даних	39,82 Мбіт/с	Fast Ethernet 100Base-FX	39,82 %
Користувачі Wi-Fi	15,92 Мбіт/с	802.11 ac (867 Мбит/с)	1,84 %
Всього		124,01 Мбіт/с	

Результати розрахунків навантаження каналів головної магістралі наведені у табл. 4.

З розрахунків побачимо, що більшість каналів справляються з навантаженням, оскільки коефіцієнт використання каналу не перевищує 40 %.

Проводимо розрахунок навантаження каналів в серверній зоні, тобто від головного комутатора до Web-, File-серверів та серверу-репозиторію за наступними формулами відповідно:

$$W_{Web_i} = \sum_{i=1}^n T_{I_i} \quad (3)$$

$$W_{File_i} = \sum_{i=1}^n T_{L_i} \quad (4)$$

$$W_{Data_i} = \sum_{i=1}^n T_{DB_i} \quad (5)$$

$$W_{repository_i} = \frac{W_{Data_i}}{t} \quad (6)$$

де T_{I_i} – трафік Ethernet, T_{L_i} – локальний трафік, T_{DB_i} – трафік до бази даних, t – кількість робочих годин.

Результати розрахунку наведені у таблиці 5.

З розрахунків видно, що канали серверної зони справляються з навантаженням, оскільки коефіцієнт використання мережі на всіх ділянках знаходиться в межах 18,19 %. Відповідно використовувані стандарт передачі даних задовольняє трансфер відповідного трафіку.

Згідно інформаційних потреб підприємства та організаційної структури, створено логічну структуру мережі, для наочного представлення кількості та положення використовуваних пристроїв, кількості підмереж, використовуваних стандартів передачі даних. Логічна структура схеми проєктованої мережі для екологічного підприємства зображена на рис. 1.

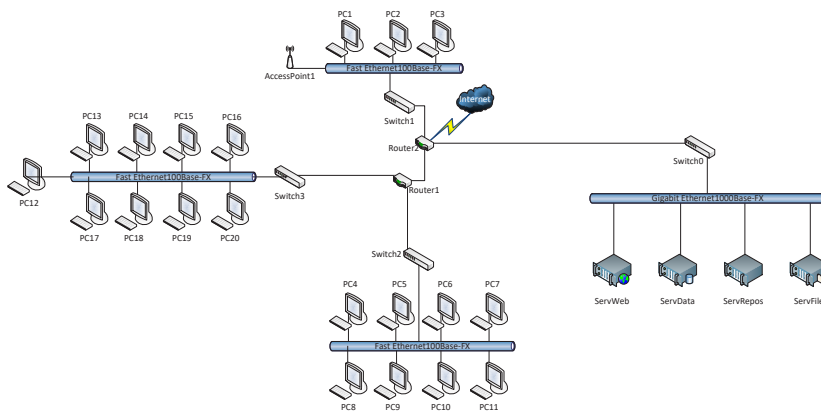


Рис. 1. Логічна структурна схема мережі екологічного підприємства

Таблиця 4

Таблиця результатів розрахунків навантаження каналів головної магістралі

Магістраль мережі	Навантаження каналу, W_{group_i}	Використовуваний стандарт передачі даних	Коефіцієнт використання каналу
Router2 – Switch1 (відділ адміністрації)	124,01 Мбіт/с	Gigabit Ethernet 1000Base-FX	12,4 %
Switch2 – Router1 (відділ обслуговування №1)	134,78 Мбіт/с	Gigabit Ethernet 1000Base-FX	13,48 %
Switch3 – Router1 (відділ обслуговування №2)	141,28 Мбіт/с	Gigabit Ethernet 1000Base-FX	14,13 %
Switch0 – Router2 (Серверний відділ)	402,07 Мбіт/с	Gigabit Ethernet 1000Base-FX	40,2 %

Таблиця 5

Таблиці результатів розрахунків навантаження каналів в серверній зоні

Магістраль мережі	Навантаження каналу, W_{group_i}	Використовуваний стандарт передачі даних	Коефіцієнт використання каналу
Web-сервер	122,17 Мбіт/с	Gigabit Ethernet 1000Base-FX	12,22 %
File-сервер	181,94 Мбіт/с	Gigabit Ethernet 1000Base-FX	18,19 %
Сервер-репозиторій	11,99 Мбіт/с	Gigabit Ethernet 1000Base-FX	1,19 %
Data-сервер	95,97 Мбіт/с	Gigabit Ethernet 1000Base-FX	9,59 %

Логічна структурна схема, яка зображена на рисунку 1, розбита на 5 підмереж. При проектуванні мережі буде використано 2 маршрутизатори та 4 комутатори. Мережа має 1 точку доступу Wi-Fi.

Фізична структура проєктованої мережі для екологічного підприємства зображена на рис. 2.

Для розрахунку довжини кабелів враховано розміри приміщення та положення елементів мережі.

Результату розрахунків довжини кабелів представлено у табл. 6.

Згідно з табл. 6, порахувавши всі лінії проведення кабелю, визначено чому дорівнює загальна довжина кабелів в метрах.

У проєктованій мережі кабелі проходять по стінах приміщень на відстані 20 см від стелі, кабелі захищені закритими пластиковими коробками, кабелі кріпляться за допомогою спеціальних кабельних стяжок.

Схема кабельної системи розроблена відповідно до фізичної схеми розроблюваної мережі, логічної структури мережі та плану поверху.

Таблиця 6

Таблиця результатів розрахунків навантаження каналів у серверній зоні

Номер підмережі	Відділ/структурна одиниця	Лінія проведення	Довжина кабелю, м
1	Відділ аналізу даних № 1	Комутатор BO № 1->PC4	11,3
		Комутатор BO № 1->PC5	8,2
		Комутатор BO № 1->PC6	7,9
		Комутатор BO № 1->PC7	4,9
		Комутатор BO № 1->PC8	13,4
		Комутатор BO № 1->PC9	10,7
		Комутатор BO № 1->PC10	19,8
		Комутатор BO № 1->PC11	24,6
		Router1->Комутатор BO № 1	12,3

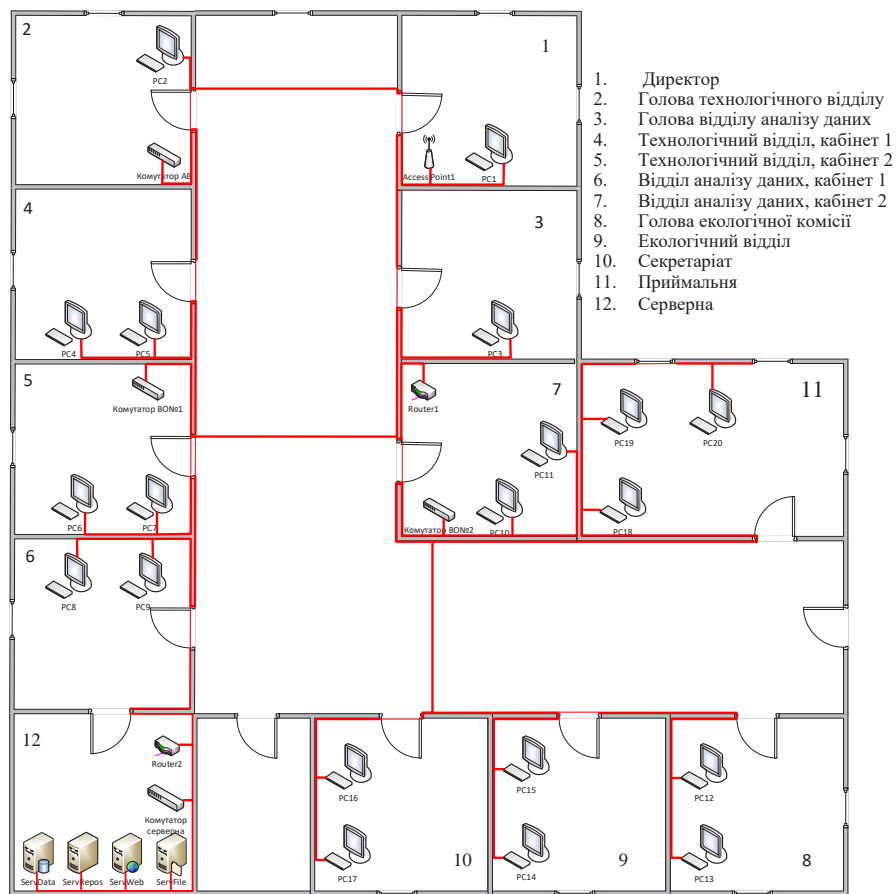


Рис. 2. Фізична структура мережі екологічного підприємства

Кабелі проводитимуться з урахуванням усіх вимог та за спеціально розробленою технологією. Схема кабельної системи зображена на рис. 3.

При розміщенні комп'ютерів були враховані вимоги по організації робочого місця користувачів, що припускають площу для одного робочого місця не менш 2,5 м² відповідно ДО ДСТУ 392-98. Передбачено, що приміщення з комп'ютерами обладнані системами опалення, кондиціонування повітря та припливно-витяжною вентиляцією.

Для безперебійної роботи мережі необхідно належне обслуговування, вибір і встановлення ліцензованого програмного забезпечення, для виконання завдань.

У подальшій роботі буде модельовано розроблену комп'ютерну мережу підприємства з екологічних досліджень базуючись на матеріалах з навчального посібника [9]. За результатами моделювання буде прийнято рішення про фізичну реалізацію розробки на підприємстві. Якщо мережа буде прийнята до реалізації та створена фізично на її основі буде розгорнуто проєктовану програмну інформаційну систему базуючись на прийомах та методах описаних у монографії [6] інтерпретованих для прогнозування екологічних показників.

Висновки. Таким чином, аналітичні розрахунки побудови та проєктування корпоративної комп'ютерної мережі з підтримкою технології Інтернету речей для підприємства екологічних досліджень, є важливими для досягнення оптимальності та результативності витрат виділеного бюджету, з урахуванням вимог замовника, для автоматизації завдання з отримання, обробки та

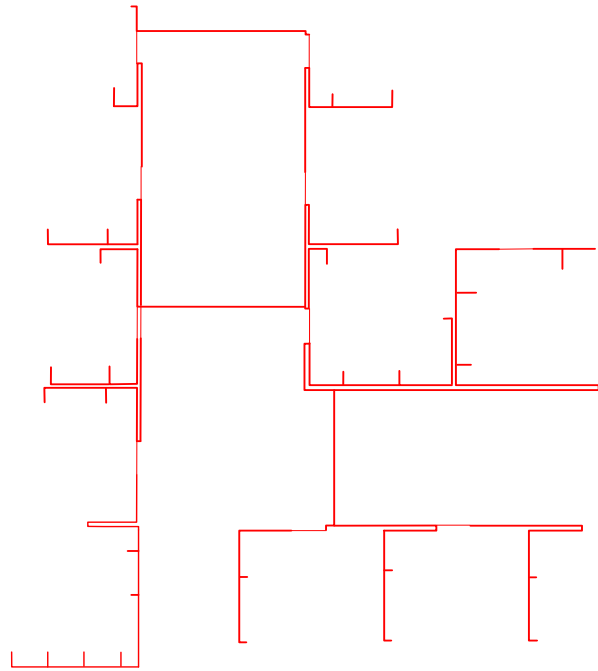


Рис. 3. Схема кабельної системи

запису екологічних показників у базу даних підприємства для подальшого напівавтоматичного формування звітності

В роботі вперше розроблено аналітичну модель корпоративної мережі, Були проведені розрахунки навантаження каналів в серверній зоні, синтезовано логічну, фізичну та кабельну схеми мережі підприємства. Застосування аналітичних методів забезпечує оптимальні показники швидкості та безпеки відповідно до рекомендацій до архітектури мережі Інтернету речей для підприємства з екологічних досліджень.

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). P. 39–48. DOI: <https://doi.org/10.33899/csmj.2018.163580>.
2. Торбенко О.С. Проєктування комп'ютерної мережі. Олександрівської ЗШ I-III ступенів № 1 Олександрівської районної адміністрації Кіровоградської області. 2021. 69 с.
3. Самойлов А.М., Конох І.С., Оксанич І.Г., Бельська, В.Ю. Побудова гетерогенної мережі підприємства з підтримкою QoS/QoE якості доставки інформації. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. 2022. № 1 (488). С. 73–80. DOI: [https://doi.org/10.15589/znz2022.1\(488\).10](https://doi.org/10.15589/znz2022.1(488).10).
4. Смірнова Т.В., Верховець О.С., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Гермак В.С. Алгоритмічне забезпечення для планування інформаційно-комунікаційної мережі підприємства на базі технологій 5G. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. 2022. № 1 (488). С. 81–88. DOI: [https://doi.org/10.15589/znz2022.1\(488\).11](https://doi.org/10.15589/znz2022.1(488).11).
5. Бондаренко В.Г., Бондаренко П.В. Комп'ютерна інженерія в страхових компаніях. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. 2022. № 4 (487). С. 40–44. DOI: [https://doi.org/10.15589/znz2021.4\(487\).7](https://doi.org/10.15589/znz2021.4(487).7).
6. Купін А.І., Музика І.О. Комп'ютерна підтримка прийняття рішень для автоматизованого керування буровибуховими роботами з мінімізацією енерговитрат, Кривий Ріг. 2013. 200 с.
7. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі: навч. посібник. Книга 1, Львів, «Магнолія 2006», 2022. 256 с.

8. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі: навч. посібник. Книга 2, Львів, «Магнолія 2006», 2017. 327 с.
9. Кеньо Г.В., Хома В.В. Моделювання розумного будинку в середовищі Cisco Packet Tracer, 2022. 104 с.

Korostelov A.S., Guchenko M.I., Perekrst A.L., Samoilo A.M., Vadurin K.O. ANALYTICAL CALCULATIONS OF THE CORPORATE NETWORK BASED ON THE INTERNET OF THINGS TECHNOLOGIES OF THE ENVIRONMENTAL RESEARCH ENTERPRISE

Today, the world is facing an extremely acute problem of maintaining a stable level of air purity, given the high level of urbanisation, the growing number of enterprises with atmospheric emissions and the increasing number of private vehicles. At the same time, significant irreversible changes are taking place in Ukraine due to the war and the destruction of the Kakhovka hydroelectric power station: the Kakhovka reservoir is becoming shallow; businesses are being relocated; internal migration is taking place; and the number of canals for irrigating fields in the southern part of Ukraine is decreasing. At the same time, the burden on environmental research organisations is increasing, as it is necessary to analyse the current state of the air, given the relocation of production facilities and the population from other regions, which cause changes in the density and intensity of emissions that were detected, statistically recorded, and predicted before the war and the Kakhovka environmental disaster. In order to automate some of the routine tasks in environmental research, to provide a hardware and network basis for the implementation of up-to-date information systems for analysing environmental data, the calculation of a corporate network based on IoT technologies for an environmental research enterprise is an urgent task. This paper uses methods and algorithms to calculate the designed network and select optimal solutions for its implementation. The work includes modelling various network use cases and calculating the necessary resources to support the functional requirements of the enterprise.

The purpose of the research is to calculate and design a corporate network of an environmental research enterprise supporting IoT technologies, which in the future will automate the tasks of obtaining, processing and recording environmental indicators in the enterprise database for further semi-automatic reporting.

The object of research is a corporate network.

The subject of the research is a corporate network based on IoT technologies of an environmental research enterprise.

The methodology used in this work is the application of: approaches to network design based on recommendations for the architecture of IoT and Industry 4.0 networks; methods of analytical calculations of broadband bandwidths; mathematical modelling of data transmission over networks.

In the course of the work, the requirements and needs of the enterprise were analysed, mathematical models were developed, algorithms were implemented, and calculations were carried out, which allowed to build an optimal corporate network using IoT technologies for an environmental research enterprise.

The scientific novelty of the work lies in the fact that for the first time an analytical model of the corporate network of an environmental research enterprise has been developed, which, unlike others, is developed using recommendations for the architecture of IoT networks and methods to ensure optimal information exchange and security.

The practical importance of the work lies in the development of an analytical model of a computer network of an enterprise for environmental research. Based on the results of the analytical model simulation, a decision will be made on the physical implementation of the development at the enterprise. If the network is accepted for implementation and physically created, the designed software information system for forecasting environmental indicators will be deployed on its basis.

Key words: LAN, computer network, TCP/IP, Wi-Fi, Ethernet, analytical calculations, IoT.