

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри автоматики та
 телекомунікацій

_____ Іван ЛАКТИОНОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2022 р.

Випускна кваліфікаційна робота

_____ бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка системи автоматичного керування електромережою, збору
 аналітики, діагностики стану мережі коксохімічного заводу»

Виконав студент 4 курсу, групи АКТ-18
(шифр групи)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності)

_____ Карєв Богдан Євгенович
(Прізвище, Ім'я та По-батькові) (підпис)

Керівник _____ Гліб СТУПАК
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Нормоконтроль:

_____ ас. Дар'я ЖУКОВСЬКА
(підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній
 роботі немає запозичень з праць
 інших авторів без відповідних
 посилань.*

Студент _____
(підпис)

Луцьк – 2022 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій

(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____

(дата)

з оцінкою _____

Секретар ЕК _____

(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

Тема: «Розробка системи автоматичного керування електромережою, збору аналітики, діагностики стану мережі коксохімічного заводу»

Спецчастина: _____

Виконавець, студент

гр. АКТ–18

Богдан КАРСВ

(підпис, дата,

Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

Гліб СТУПАК

(підпис, дата,

Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

Іван ЛАКТИОНОВ

(підпис, дата,

Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Гліб СТУПАК

(підпис, дата,

Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Валерій ПОЦЕПАЄВ

(підпис, дата,

Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтроль

Дар'я ЖУКОВСЬКА

(підпис, дата,

Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Державний вищий навчальний заклад
"Донецький національний технічний університет"**

Інститут, факультет Комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації
Кафедра Автоматика та телекомунікації
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування
(шифр і назва)
Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри АТ
Іван ЛАКТИОНОВ

« _____ » _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Карєв Богдан Євгенович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка системи автоматичного керування електромережою, збору аналітики, діагностики стану мережі коксохімічного заводу

керівник проекту (роботи) ст. викладач каф. АТ Ступак Гліб Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 06.05.2022 року № 180

2. Строк подання студентом проекту (роботи)_____

3. Вихідні дані до проекту (роботи)_____

Технічна документація та матеріали з переддипломної практики_____

4.3міст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Аналіз об'єкту. 2) Обґрунтування напрямку автоматизації. 3) Розробка схемотехнічних рішень та підбір обладнання. 4) Заходи з охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2	Ступак Г.В., ст. викладач каф. АТ		
3	Поцєпаєв В.В., доц. каф. АТ, доц.		
4	Лактіонов І.С., зав. каф. АТ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз та характеристика об'єкту	06.05.2022	
2	Розрахунок ключових показників	17.05.2022	
3	Аналітичне проектування	30.05.2022	
4	Вибір обладнання	04.06.22	
5	Схемотехнічні рішення	25.05.2022	
6	Моделювання роботи	25.05.2022	
7	Охорона праці	25.05.2022	
8	Оформлення роботи	10.06.2022	

Студент

(підпис)

Карєв Б.Є.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ступак Г.В.

(прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада, Ім'я та ПРИЗВИЩЕ	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Карєв Богдан Євгенович «Розробка системи автоматичного керування електромережою, збору аналітики, діагностики стану мережі коксохімічного заводу» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. – ДВНЗ «ДонНТУ», Луцьк, 2022.

Пояснювальна записка: 82 стор., 11 рис., 6 табл., 6 посилань.

Об'єкт розробки – Ясинівський коксохімічний завод.

Предмет розробки – система енергоменеджменту.

Мета роботи – підвищення економічної ефективності виробництва готової продукції підприємством за рахунок впровадження системи енергоменеджменту.

Методи і засоби розробки: методи теорії систем, інфокомунікаційні технології, комп'ютерно-інтегровані технології, теорії автоматичного керування, імітаційне моделювання моделювання.

Впровадження системи енергоменеджменту передбачає більш точне зчитування показників та можливість керування та оптимізацію витрат електроенергії. Запропоновано комп'ютерно-інтегровані інфокомунікаційну систему за допомогою технологій промислового інтернету речей IoT з використанням модернізованої наявної телекомунікаційної інфраструктури. Таким чином буде досягнуто оперативне управління та контроль ключових показників в системі енергоменеджменту.

Ключові слова: СИСТЕМА, ЕНЕРГОМЕНДЖМЕНТ, МЕРЕЖА, КОНТРОЛЕР, КОНТРОЛЬ, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, ОПТИМІЗАЦІЯ, ВИТРАТИ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ	12
1.1 Актуальність теми	12
1.2 Технологія виробництва	15
1.3 Загальна характеристика об'єкта	19
Висновки до розділу 1	21
2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ, ВИБІР КОНЦЕПЦІЇ, АНАЛІТИЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	22
2.1 Аналіз організації системи обліку електроенергії	22
2.2 Інтеграція систем енергоменеджменту інтернетом речей (IoT) та промисловим інтернетом речей (IIoT)	27
2.3 Характеристика існуючої телекомунікаційної мережі підприємства	33
2.4 Розрахунок навантаження	34
2.5 Вибір архітектури проектованої мережі	38
2.6 Вибір технології побудови мережі	40
2.7 Вибір способу побудови мережі	43
Висновки до розділу 2.	47
3 АПАРАТНИЙ СИНТЕЗ МЕРЕЖІ	48
3.1 Вибір активного устаткування.....	48
3.2 Вибір пасивного мережного встаткування	51
3.3 Розробка схеми з'єднань мережі.....	53
3.4 Вибір системи енергоменджменту	55
Висновки до розділу 3	57
4 СТРУКТУРИЗАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ МЕРЕЖІ.....	58
4.1 Моделювання роботи.....	58
4.2 Налаштування VLAN.....	61

Висновки до розділу 4	63
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Ушибка! Закладка не определена.
ДОДАТОК А – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуацій на підприємстві	67
Додаток Б – План підприємства.....	79
Додаток В – Специфікація обладнання.....	80
Додаток Г –Схема з'єднаннь	81
Додаток Д – Схема горизонтальної підсистеми СКС.....	82
Додаток Є – Схема вертикальної підсистеми СКС.....	83

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ААЛ	- аналогова абонентська лінія
АЛ	- абонентська лінія
АСК	-автоматичні системи керування
АТМ	- Asynchronous Transfer Mode
АТС	- автоматична телефонна станція
ГНН	- година найбільшого навантаження
ЕОМ	- електронна обчислювальна машина
КД	- конструкторська документація
ЛОМ	- локальна обчислювальна мережа
МТМ	- міська телефонна мережа
САПР	- система автоматичного проектування
СКС	- структурована кабельна система
ЦАЛ	- цифрова абонентська лінія
ЦМІС	- цифрова мережа з інтеграцією служб
CSMA/CA	- Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance
SNMP	- Simple Network Management Protocol

ВСТУП

Впровадження системи енергоменеджменту передбачає більш точне зчитування показників та можливість керування та оптимізацію витрат електроенергії. Запропоновано комп'ютерно-інтегровані інфокомунікаційну систему за допомогою технологій промислового інтернету речей IoT з використанням модернізованої наявної телекомунікаційної інфраструктури. Таким чином буде досягнуто оперативне управління та контроль ключових показників в системі енергоменеджменту.

Використання сучасних телекомунікаційних технологій у сфері енергоменеджменту. Розвиток сучасних технологій потребує від споживачів йти в ногу з тенденціями. Грамотно спроектована та якісно побудована мережа є запорукою успіху будь-якого підприємства, в тому числі і промислового. В якості об'єкту проектування було обране крупне промислове підприємство – ВАТ «Ясиновський коксо-хімічний завод».

Збільшення об'ємів і видів інформації, що передається у великій кількості територіально розподілених споживачів, призводить до стрімкого розвитку мережних технологій. В даний час особливу актуальність отримали мультисервісні мережі, що відкривають можливості використання високоякісних мережних сервісів: пакетної передачі голосу і відео, комутованого і високошвидкісного широкосмугового доступу в Інтернет, передачі даних з гарантованою якістю обслуговування.

Головна особливість мультисервісних мереж полягає в здатності передачі різнорідного трафіку в гетерогенному середовищі, тобто з використанням єдиної мережної інфраструктури, що не вимагає використання декількох транспортних каналів. Це дозволяє організувати ефективне управління трафіком та істотно знизити витрати на експлуатацію мережного устаткування.

На сьогоднішній день основними проблемами при впровадженні мультисервісних мереж є вибір базової технології транспортного рівня мережі, яка б відповідала швидко зростаючим вимогам до неї, та обрання такої логічної

будови мережі в цілому, щоб забезпечити можливість прозорого аналізу її складових.

Як показує аналіз сучасних розробок та рішень провідних фірм-виробників у сфері телекомунікацій, використання ієрархічних мультисервісних мереж на промислових підприємствах, набуває популярності у більшості країн СНД та Західної Європи. Використання новітніх мережних технологій дозволяє підвищити ефективність бізнесу за рахунок надання широкого спектру послуг, а також зниження витрат на впровадження, експлуатацію та подальший розвиток мережі. Економічне обґрунтування використання мультисервісних мереж очевидне: вже на етапі проектування мережі закладаються рішення, що мінімізують інвестиції на подальшу її модернізацію.

Таким чином, агрегація телекомунікаційних мереж різного призначення в єдину мережну інфраструктуру стає однією з тенденцій розвитку та еволюції зв'язку у промисловості.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи містить 3 розділи, вступ, висновки і список літератури. Вона складається з 82 сторінок, всього рисунків – 11, таблиць – 6, літературних джерел – 6, додатків – 6.

1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Актуальність теми

На сьогоднішній день можна помітити проблему використання електричної енергії промислових підприємств. У наші дні важкі економічні умови змушують все більше і більше підприємства прокидатися до найбільш ефективного використання енергії, наскільки це можливо. Сьогодні всі підприємства зацікавлені у зниженні споживання енергії, адже навіть відносно невеликий відсоток енергозбереження може суттєво вплинути на баланс бюджету. Цей підвищений інтерес до енергоефективності збільшує кількість пропозицій на ринку, які обіцяють економію електроенергії від 5 до 30%.

Як відомо, витрати на електроенергію є значною частиною повного бюджету у більшості споживачів, незалежно від його міри, наприклад, дрібний домашній споживач чи великий промисловий споживач. Як ми також знаємо, електрична енергія є найдорожчим видом енергії і її ціна постійно зростає (Рисунок 1.1). Тому навіть невелика економія суттєво впливає на рахунки споживачів за електроенергію.

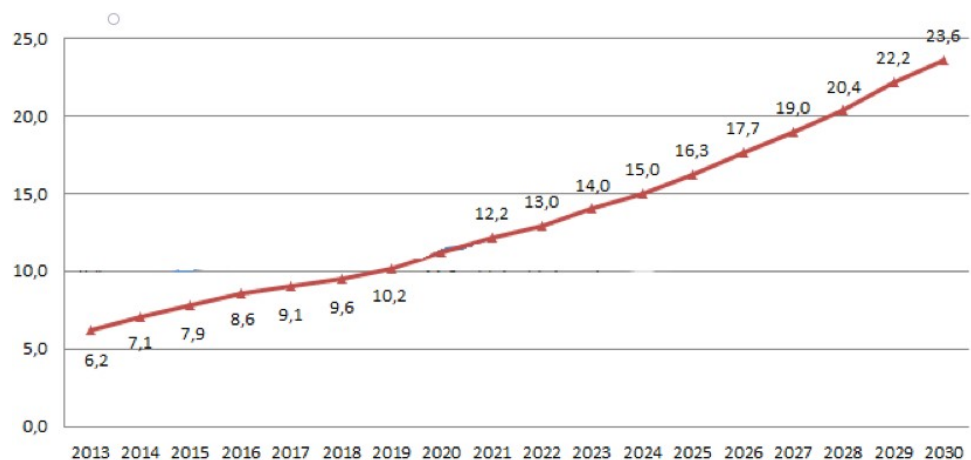


Рисунок 1.1 - Зміна ціни на електроенергію в Україні у відсотках по відношенню до ціни 2013 року

Цей факт змушує все більше споживачів займатися проблемами енергозбереження, вивчати доступні методи економії та обладнання. Очевидно, що ринок відповідає на цей збільшений попит, пропонуючи широкий спектр послуг та обладнання для економії електроенергії. Більшість цих пропозицій ґрунтується на реальних та обґрунтованих професійних міркуваннях, і вони можуть бути справді корисними, особливо для тих споживачів, у яких застарілі технічні установки. Поряд із професійно коректними пропозиціями ми також можемо зустріти рекламу з неточними, а іноді й помилковими формулюваннями та визначеннями. У деяких випадках ми можемо зустріти енергозберігаюче обладнання, що використовує неприпустимі методи, які можуть погано вплинути на роботу машин, і, отже, таке обладнання може скоротити термін служби електричних приладів, підключених до мережі. З цієї причини було вирішено узагальнити можливі методи енергозбереження та проаналізувати конкретне енергозберігаюче обладнання.

Кокс та побічні продукти коксування, включаючи коксовий газ, виробляються шляхом піролізу (нагрівання без повітря) вугілля відповідних марок. Процес також включає переробку коксового газу для видалення смоли, аміаку (звичайно видобутого у вигляді сульфату амонію), фенолу, нафталіну, легкої олії та сірки перед використанням газу як паливо для опалення печей. У процесі виробництва коксу бітумінозне вугілля подається (зазвичай після операцій з переробки для контролю розміру та якості сировини) у ряд печей, які герметично закриваються та нагріваються при високих температурах без кисню, зазвичай у циклах тривалістю від 14 до 36 годин. Летючі з'єднання, які відганяються від вугілля, збираються та переробляються для вилучення горючих газів та інших побічних продуктів. Твердий вуглець, що залишився у печі, є коксом. Він надходить у тушильну вежу, де охолоджується струменем води або циркулюючим інертним газом (азотом) – процес, відомий як сухе гасіння. Кокс просівається та відправляється в доменну піч або на зберігання. Коксовий газ охолоджується, а побічні продукти витягуються. Промивний

розчин, що утворюється при охолодженні коксового газу, розчин з первинних охолоджувачів містять смоли і направляються в декантер. Електростатичний осадник використовується для видалення більшої кількості смоли коксового газу. Потім смола вирушає на зберігання. Аміачний розчин також відокремлюється від декантера смоли і після відновлення аміаку прямує на очищення стічних вод. Коксовий газ додатково охолоджується в кінцевому охолоджувачі. Нафталін видаляється у сепараторі на останньому охолоджувачі. Потім з коксового газу видаляється легка олія, яка фракціонується для вилучення бензолу, толуолу та ксилолу. На деяких підприємствах може бути встановлена установка для дистиляції гудрону. Під час гасіння коксу, обробки та у процесі гасіння, обробки та сортування коксу утворюється коксова дрібниця. Вона або повторно використовується на майданчику (наприклад, на агломераційній фабриці) або продається за межі майданчика як побічний продукт.

Технічні системи електричної енергії вже на ранніх етапах свого розвитку були оснащені певними автоматичними пристроями керування завдяки тому, що електричні процеси відбуваються з надзвичайно високою швидкістю, що вимірюється частками секунди. Ці пристрої використовуються, крім іншого, для захисту від короткого замикання та лінійної автоматики. З часом функції і склад автоматичних пристроїв значно розширилися. З'явилась необхідність автоматизації багатьох технологічних операцій, зріс обсяг обміну інформацією про стан об'єктів управління, виникла необхідність координації оперативної діяльності сусідніх об'єктів електричної мережі. Ці фактори визначили необхідність інтеграції всіх автоматичних і автоматизованих пристроїв в єдину автоматизовану систему систем технічного контролю.

У системі електропостачання можуть виникнути пошкодження (короткі замикання) на різних елементах електромережі, що призводить до усунення втрат. Відома теоретична узагальненість вихідних концепцій структури побудови релейного захисту та лінійної автоматики між 110 і вище в Україні. Водночас є низка принципових відмінностей, по-перше, в обладнанні РЗА в

Україні і світових фірм. По-друге, в Україні відсутні спеціалізовані на виробництві панелей, так званого «комплексного» захисту елементів мережі. Знаючи, що ці захисти своєю високою якістю відрізняються від сучасних вимог, погляд на можливості використання сучасного обладнання є особливим. Традиційні електромеханічні та статичні релейні пристрої (ТЕС) мають високу спрямованість дії. Вони призначені для виконання фіксованих функцій. Охоронно-автоматика ТЕС є автономними, вони є окремими і являють собою абсолютно різні конструкції - панелі (шафи). РЗА включає в себе автономний захист абсолютної та відносної селективності для будь-якого елемента захищеної мережі. При цьому навіть випробувальні блоки виготовляються за різними принципами, тому для їх затвердження необхідно використання додаткового обладнання.

1.2 Технологія виробництва

Весь металургійний кокс виробляється шляхом "побічного продукту". Руйнівна дистиляція ("коксування") вугілля відбувається у коксових печах без контакту з повітрям. На більшості коксохімічних заводів використовують піч Коппера-Беккера. Ці печі повинні залишатися герметичними при циклічній напрузі розширення та стиснення. Кожна піч складається з трьох основних частин:

1. камери коксування,
2. нагрівальні камери,
3. регенеративні камери.

Всі камери викладені вогнетривкою (кремнеземистою) цеглою. У верхній частині коксової камери є отвори завантаження вугілля.

Коксова батарея – це серія з 10-100 коксових печей, що працюють разом. На малюнку 12.2-1 показана коксова батарея. Кожна піч містить від 9 до 32 мегаграмів (Мг) (від 10 до 35 тонн) вугілля. Відводять димарі з обох боків

видаляють газ, що утворюється. Тепло процесу походить від згоряння газів між коксовими камерами. Окремі коксові печі працюють з перервами, час роботи кожної печі координується для забезпечення постійного потоку газу, що збирається. Приблизно 40 відсотків очищеного пічного газу (після видалення побічних продуктів) використовують для опалення коксових печей. Решта або використовується в інших виробничих процесах, пов'язаних із виробництвом сталі, або продається. Коксовий газ є найпоширенішим паливом для недотоплених коксових печей.

Типовий процес виробництва коксу схематично показано на рис. 1.2. Виробництво коксу включає підготовку, завантаження та нагрівання вугілля; видалення та охолодження коксового продукту; охолодження, очищення та утилізацію пічного газу.

Вугілля готується для коксування шляхом подрібнення так, щоб 80-90% проходило через сито розміром 3,2 мм (1/8 дюйма). Декілька видів вугілля можуть бути змішані для отримання бажаних властивостей або для контролю розширення вугільної суміші печі. Вода або масло можуть бути додані для регулювання щільності вугілля, щоб контролювати розширення та запобігти пошкодженню печі.

Вугілля може додаватися до печі в сухому або вологому стані. Підготовлене вологе вугілля дрібно дроблять перед завантаженням у піч. Сухе вугілля може бути доставлений безпосередньо в печі гарячими газами, що використовуються для видалення вологи. Температура стін повинна залишатися вище 1100°C (2000°F) під час операцій завантаження та фактичного коксування. Порти закриваються після завантаження та ущільнюються замазкою ("брудом").

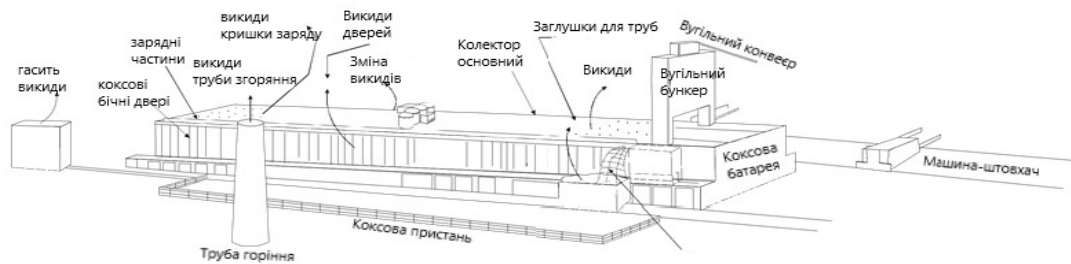


Рисунок 1.2 - Коксова батарея

Для отримання металургійного кокса змішана кутова маса нагрівається протягом 12-20 годин. Теплова енергія від стенок коксової камери нагріє кутову масу шляхом кондукції від бокової сторони до середини коксової камери. В процесі коксування шихта знаходиться в безпосередньому контакті з нагрітими поверхностями стенок і розвивається в сукупності "пластична зона". По мірі поглинання додаткової теплової енергії пластична зона ущільнюється і сливається до середини шихти. Летучі гази виходять перед розвиваючою зоною за рахунок просування тепла від бокових стенок. Максимальна температура, що досягається в центрі коксової маси, зазвичай становить 1100-1150°C. При цьому з кутової маси відгоняються всі літні речовини і утворюється високоякісний металургійний кокс.

Після завершення коксування (летучі речовини не залишаються) кокс в камері готовий до видалення. Двері з обох сторін камери відкриваються, і в камеру вводиться плунжер. Менше, ніж за 1 хвилину кокс виходить із камери, проходить через коксопровод і потрапляє в тушільний вагон. Після того, як кокс витікає з печі, двері очищаються і укріплюються на місці. Після цього печь готова до прийому чергової порції вугля.

Тушильний вагон з гарячим коксом рухається по рельсам батареї до тушиної башни, де приблизно 1130 літрів води на мегаграмі коксу розпилюються на коксову масу для охолодження її від 1100 до 80°C і передотвращення воспламенения. Тушильний вагон може опиратися на рухому кожух для збору твердих частинок, або до нього може бути приєднаний скрубберний вагон. Потім вагон вивантажує кокс на пристань для сливи та подальшого охолодження. Ворота на пристані відкриваються, щоб кокс потрапив на конвейер, який доставить його на станцію дроблення та сортування. Після сортування кокс відправляється в доменну печь або на склад.

Основне призначення сучасних коксових печей - виробництво якісного коксу для чорної металургії. Вилучення хімічних речовин з вугля є економічною необхідністю, оскільки вони становлять приблизно 35 відсотків вартості вуглецю.

Для виробництва якісного металургійного кокса використовується високотемпературний процес карбонізації. Высокотемпературная карбонизация, которая происходит при температуре выше 900°C, включает химическое преобразование угля в преимущественно газообразный продукт. Газообразні продукти високотемпературної карбонізації у складі водороду, метана, етилена, монооксиду вуглероду, діоксиду вуглероду, сероводороду, амміака та азоту. Жидкі продукти включають воду, смол і сиру легку нафту. У процесі коксування утворюється приблизно 338 000 л коксового газу (КГ) на мегаграм завантаженого вугля.

Під час циклу коксування літні речовини з кутової маси піднімаються вгору через чугунні "гусаки" в загальну горизонтальну сталеву трубу (називну колекторну магістраль), яка послідовно об'єднує всі печі. Этот неочищенный "поганий" газ содержит водяной пар, смолы, легкие масла, твердые частицы угольной пыли, тяжелые углеводороды и сложные углеродные соединения. Конденсовані матеріали видаляються з відходячого газу для отримання очищеного коксового газу.

Цей жидкий конденсат стекає по збірному трубопроводу до опорника. Збірний амміак використовується в слабкому амміачному спреї, а інша частина перекачується в амміачному холодильнику. Зібрана кам'янокутна смола перекачується в резервуар для зберігання і продається перегонщикам смоли або використовується в якості палива.

Залишився газ охолоджується при проходженні через конденсатор, а потім стискається екстаустером. Каменокутна смола видаляється за допомогою смолоотделителя, або вдаряючись про металеву поверхню, або збираючись електростатичним фільтром (ESP). Газ, як і раніше, містить 75% вихідного амміака і 95% вихідних легких масел. Амміак удаляється шляхом пропускання газу

1.3 Загальна характеристика об'єкта

В якості об'єкту проектування виступає телекомунікаційна мультисервісна мережа ВАТ «Ясинівський коксохімічний завод».

ВАТ «Ясинівський КХЗ» - один з найбільших коксохімічних заводів України. ЯКХЗ виробляє більше 1 млн. тонн на рік кам'яновугільних коксів різних сортів: кокс доменний, кокс низько сірчистий, кокс ливарний, горішок коксовий, дріб'язок коксовий та велику гаму коксохімічних продуктів: смола кам'яновугільна, сульфат амонію, бензол сирий, бензол для синтезу, толуол, сольвент, ароматична добавка до моторних палив низько сірчиста та інша продукція.

Підприємство розташоване в північній частині міста Макіївка, у Кіровському районі, та займає площу приблизно 3 км². У таблиці 1.1 наведені основні цехи та об'єкти, що розташовані на території в відповідності до плану об'єкту (додаток Б).

Таблиця 1.1 - Перелік об'єктів ЯКХЗ

№	Найменування об'єкта
1	Заводоуправління
2	Їдальня
3	Газопередача
4	Пожежне депо
5	РСЦ
6	Складські приміщення
7	КІП
8	Місця розташування СДОР
9	Цех сіроочистки
10	Водопостачання
11	Коксові батареї №5, №6
12	Градирні №№1-3
13	Їдальня №2
14	Сульфатний
15	Бензольний
16	Душова
17	Градирні
18	ЦЗЛ
19	Коксові батареї №№1-4
20	Автоцех
21	ТЕЦ
22	Склад Ввугілля
23	Ремехцех
24	Вуглефабрика
25	Шламові відстійники
26	Бункер породи
27	Склад вогнетривів
28	Шламові відстійники

На підприємстві задіяно близько 3000 чоловік, з них в адміністративно-управлінському комплексі задіяно 500 чоловік, інші 2500 задіяні безпосередньо у виробничо-технологічних процесах.

Висновки до розділу 1

В першому розділі дипломного проєкту проведено аналіз об'єкту проєктування, визначено актуальність поставленої задачі. Задача з енергозбереження є важливою не тільки з точки зору приватного споживача, але і з точки зору будья-якого промислового об'єкта. В дипломному проєкті буде розглядатись можливість забезпечення розгортання телекомунікаційної інфраструктури для впровадження рішень з енергоменеджменту на Ясинівському коксохімічному заводі.

2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ, ВИБІР КОНЦЕПЦІЇ, АНАЛІТИЧНІ РОЗРАХУНКИ

2.1 Аналіз організації системи обліку електроенергії

Облік електроенергії є неодмінною умовою розрахунків між її виробниками та споживачами. Правильна організація обліку електроенергії необхідна, оскільки її виробництво та споживання практично збігаються за часом, а помилку в обліку електроенергії під час її виробництва або споживання неможливо виправити шляхом повторної зміни. Виправити його можна лише опосередковано, тобто розрахунковим шляхом, однак такий розрахунок є приблизним.

Інструментальний облік електроенергії повинен забезпечувати необхідну точність вимірювання електричних параметрів. Облік електроенергії може бути призначений:

- визначати техніко-економічні показники роботи енергопідприємств і споживачів;
- для розрахунків споживачів із енергопостачальною організацією;
- контролювати споживання електроенергії всередині електроустановки споживача.

Споживчі лічильники використовуються як для визначення техніко-економічних показників споживання електроенергії, так і для оплати спожитої електроенергії.

В даний час виділяють такі групи споживачів електроенергії:

- 1) основні споживачі - споживачі, які отримують електроенергію через гарантуючих постачальників та енергопостачальні організації;
- 2) населення - громадяни, які використовують електричну енергію для побутових потреб, а також прирівняні до населення категорії споживачів, яким відпускається електроенергія за регульованими цінами;

3) інші споживачі;

4) організації, що надають послуги з передачі електричної енергії, придбавають її з метою відшкодування втрат у мережах, що належать цим організаціям

Вирішення проблем сучасного енергообліку на підприємстві вимагає створення автоматизованих систем контролю та обліку енергоресурсів (АСКУЕ), у структурі яких у загальному випадку можна виділити чотири рівні.

- перший рівень - первинні засоби вимірювальної техніки (ПЗВ) з телеметричними або цифровими виходами, які безперервно або з мінімальним інтервалом усереднення вимірюють параметри обліку енергії споживача (споживання електроенергії, потужність, тиск, температура, кількість енергоносія, кількість теплоти з енергоносієм) на пунктах обліку (живильник, труба тощо);

- другий рівень - пристрої збору та підготовки даних (ПЗПД), спеціалізовані вимірювальні системи або багатофункціональні програмовані перетворювачі з вбудованим програмним забезпеченням для обліку енергії, які здійснюють у заданому циклі інтервалу усереднення цілодобовий збір даних вимірювань з географічно розподілених ПЗВ, накопичення, обробки та передачі цих даних на верхні рівні;

- третій рівень - персональний комп'ютер (ПК) або сервер центру збору та обробки даних зі спеціалізованим програмним забезпеченням АСКУЕ, який збирає інформацію з ПЗПД (або груп ПЗПД), кінцева обробка цієї інформації як за точками обліку, так і за їх групи - за підрозділами та об'єктами підприємства, документування та відображення даних бухгалтерського обліку у формі, зручній для аналізу та прийняття рішень (управління) оперативним персоналом служби головного енергетика та керівництвом підприємства;

- четвертий рівень - сервер центру збору та обробки даних зі спеціалізованим програмним забезпеченням АСКУЕ, який збирає інформацію з ПК та / або групи серверів центрів збору та обробки даних третього рівня, додаткове агрегування та структурування інформації за допомогою групи

об'єктів обліку, документування та відображення облікових даних у формі, зручній для аналізу та прийняття рішень персоналом служби головного енергетика та керівництвом територіально розподілених середніх та великих підприємств або енергосистем, ведення договорів на поставку енергоресурсів та формування платіжних документів для розрахунків за енергоносії;

Усі рівні АСКУЕ пов'язані між собою каналами зв'язку. Для підключення рівнів ПЗВ і ПЗПД або центрів збору даних, як правило, використовується пряме підключення через стандартні інтерфейси (наприклад, RS-485, ІРПС тощо). ПЗПД з центрами збору даних 3-го рівня, центрами збору даних 3-го і 4-го рівнів можуть бути підключені через виділені комутовані канали зв'язку або через локальну мережу.

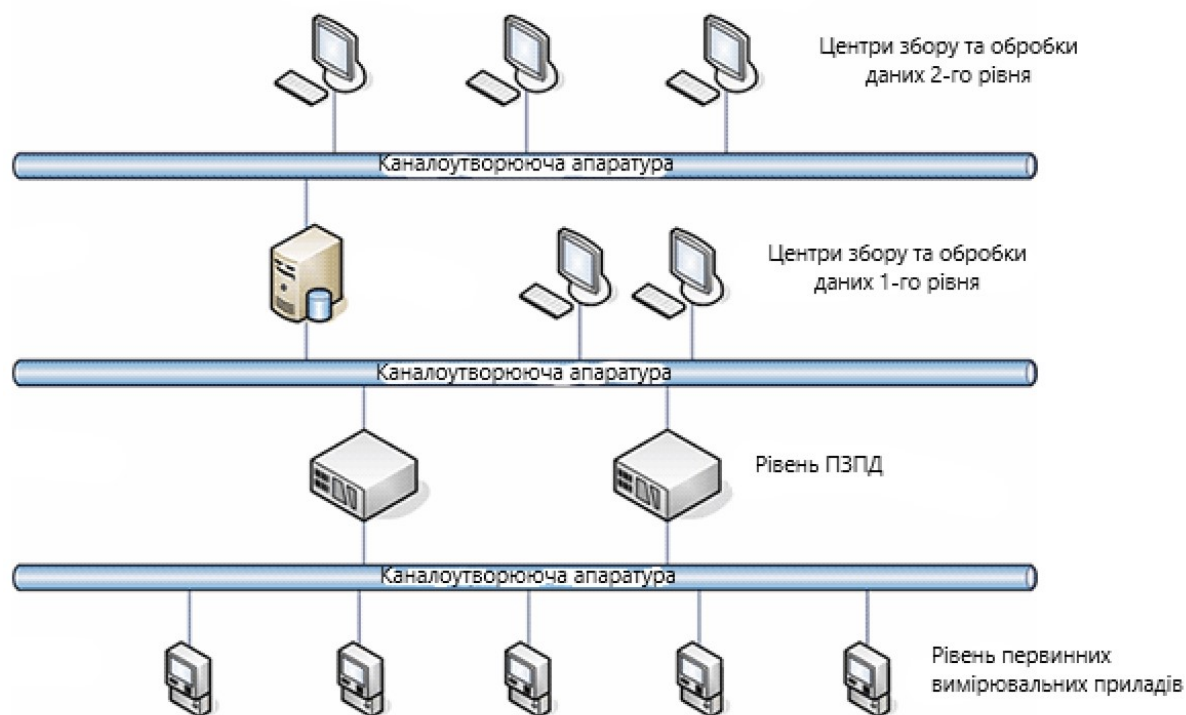


Рисунок 2.1 – Рівні АСКУЕ

За призначенням АСКУЕ підприємства поділяються на системи комерційного та технічного обліку. Комерційний або розрахунковий облік – це облік постачання/споживання підприємством енергії для грошового розрахунку за неї (відповідно прилади комерційного обліку називаються комерційними або розрахунковими). Технічним або контрольним обліком називають облік для

контролю процесу енергопостачання/споживання в межах підприємства для його підрозділів і об'єктів (відповідно використовуються прилади технічного обліку). З розвитком ринкових відносин, реструктуризацією підприємств, економічною відокремленістю окремих підрозділів підприємств і появою комерційно незалежних, але пов'язаних загальною схемою енергопостачання виробництва – субабонентів, функції технічного та розрахункового обліку об'єднані в одну систему. Відповідно, АСКУЕ для комерційного та технічного обліку може бути реалізовано як окремі системи, так і як єдина система.

Два види бухгалтерського обліку комерційний і технічний мають свою специфіку. Комерційний облік є консервативним, має налагоджену схему електропостачання, характеризується наявністю невеликої кількості точок обліку, які потребують встановлення приладів підвищеної точності, а прилади обліку нижнього та середнього рівнів АСКУЕ повинні бути обрані з державного реєстру засобів вимірювальної техніки. Крім того, системи комерційного обліку в обов'язковому порядку опечатуються, що обмежує можливість внесення будь-яких оперативних змін до них персоналом підприємства. Технічний облік, навпаки, динамічний і постійно розвивається, відображаючи мінливі вимоги виробництва; характеризується великою кількістю точок обліку з різними завданнями моніторингу енергоресурсів, на яких з метою економії можна встановити прилади зниженої точності. Технічний контроль дозволяє використовувати прилади, які не внесені до державного реєстру засобів вимірювальної техніки, однак це може спричинити проблеми з з'ясуванням причин дисбалансу даних про енергоспоживання з систем комерційного та технічного обліку. Відсутність пломбувальних пристроїв енергозбутовою організацією дозволяє службі головного енергетика підприємства оперативно вносити зміни до схеми технічного контролю енергоресурсів, до налаштувань первинних засобів вимірювання відповідно до поточних змін енергоресурсів. схема постачання підприємства та специфіка виробничих завдань, що вирішуються. Враховуючи цю специфіку комерційно-

технічного обліку, можна оптимізувати витрати на створення АСКУЕ та його експлуатацію.

Є дві цілі енергетичного обліку, що досягаються шляхом моніторингу та обліку постачання/споживання енергоресурсів, незалежно від технічних засобів, що використовуються для цього:

1) забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до фактичних обсягів їх постачання/споживання.

2) мінімізація виробничих та невиробничих витрат на енергоресурси.

Завдяки різноманітним способам досягнення мети мінімізація витрат енергії може бути реалізована як без зменшення обсягів споживання енергії, так і за рахунок зменшення обсягів споживання енергії.

Ці цілі досягаються шляхом вирішення наступних задач обліку енергоресурсів та моніторингу їх параметрів.

Завдання систем контролю та обліку:

1) точне вимірювання параметрів постачання / споживання енергоресурсів з метою забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до фактичних обсягів їх постачання/споживання та мінімізації невиробничих витрат на енергоресурси, зокрема, за рахунок використання більш точні вимірювальні прилади або підвищення синхронізації збору первинних даних;

2) діагностування повноти даних з метою забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до фактичних обсягів їх постачання / споживання шляхом підвищення достовірності даних, що використовуються для фінансових розрахунків з енергопостачальниками та субабонентами підприємства та прийняття управлінських рішень;

3) комплексний автоматизований комерційно-технічний облік енергоресурсів та контроль їх параметрів для підприємства, його інфраструктури (котельня та житлові приміщення) та внутрішньобудинкових структур (цехів, підрозділів, абонентів) за діючими тарифними системами з метою мінімізації виробничі та невиробничі витрати на енергоресурси;

2.2 Інтеграція систем енергоменеджменту інтернетом речей (IoT) та промисловим інтернетом речей (IIoT)

IACS або ICS є колективним терміном, типово використовуваним для опису різних типів систем управління і соціальним інструментом, які включають пристрої, системи, мережі, і управління, що використовуються для роботи та / або системи промислових процесів. Опис ICS від авторитетних американських і європейських організацій є:

- "Спочатку ICS мали мало подібності з традиційними системами інформаційних технологій (IT), оскільки ICS являли собою ізольовані системи, що працюють за запатентованими протоколами управління з використанням спеціалізованого апаратного та програмного забезпечення. Багато компонентів ICS перебували в зонах, що фізично охороняються, і ці компоненти не були підключені до мереж або систем IT. Широко доступні, недорогі пристрої Інтернет-протоколу (IP) в даний час замінюють пропрієтарні рішення"
- "Сьогодні продукти ICS в основному засновані на стандартних платформах вбудованих систем, що застосовуються в різних пристроях, таких як маршрутизатори або кабельні модеми, і часто використовується комерційне готове програмне забезпечення"; та "командно-контрольні мережі та системи, призначені для підтримки промислових процесів. Найбільшою підгрупою ICS є SCADA"

SCADA описується як:

- Система, яка дозволяє оператору, що знаходиться в центрі широко поширеного процесу, такого як нафтове або газове родовище, трубопровідна система або гідроелектрогенеруючий комплекс, змінювати уставки на віддалених контролерах процесу, відкривати або закривати

клапани або перемикачі, контролювати аварійні сигнали та збирати вимірювальну інформацію;

- Схожа на розподілену систему управління, крім того, що підсистеми управління географічно рознесені великі території і доступом до них здійснюється з допомогою віддалених термінальних серверів. Розподілена система управління (DCS) – це система диспетчерського управління, яка зазвичай керує та контролює задані значення для субконтролерів, географічно розподілених по заводу;
- Програми SCADA складаються з двох елементів: процес/система/машина, яку ви хочете контролювати та керувати, яка може набувати форми електростанції, системи водопостачання, мережі або системи світлофорів; та мережу інтелектуальних пристроїв, які взаємодіють із першою системою через датчики та виходи управління. Ця мережа, яка є платформною системою, забезпечує можливість вимірювання та управління конкретними елементами першої системи.

Природа SCADA призвела до суперечливих думок про те, чи вона є частиною екосистеми IoT. Наприклад, обговорення криміналістичного аналізу систем SCADA в рамках IoT контрастує з думкою, що SCADA – це просто попередник IoT, особливо тому, що системи SCADA еволюціонували для підключення до Інтернету, але не мають аналітики та рівня зв'язку, які є у IoT.

Хоча існує безліч визначень IoT, ті з них, які мають відношення до промислового застосування, чітко визначають види інтелектуальних компонентів, що вбудовуються у звичайні об'єкти, щоб ці об'єкти могли вважатися пристроями IoT та складати кіберфізичні системи. Три відповідні визначення:

- Визначення для IoT - це "група інфраструктур, що об'єднують підключені об'єкти та дозволяють управляти ними, видобувати дані та отримувати доступ до даних, які вони генерують", де підключені об'єкти - це "датчик(и) та / або виконавчий(і)

механізм(и)), що виконують певну функцію та здатні спілкуватися з іншим обладнанням”;

- Терміни "Інтернет речей" та "IoT" у широкому розумінні означають поширення мережевих можливостей підключення та обчислювальних здібностей на об'єкти, пристрої, датчики та предмети, які зазвичай не вважаються комп'ютерами. Ці "розумні об'єкти" вимагають мінімального втручання людини для генерування, обміну та споживання даних; вони часто мають можливість підключення до віддалених можливостей збору, аналізу та управління даними.
- "IoT являє собою сценарій, в якому кожен об'єкт або "річ" оснащений датчиком і здатний автоматично повідомляти про свій стан іншим об'єктам та автоматизованим системам у навколишньому середовищі. Кожен об'єкт являє собою вузол віртуальної мережі, що постійно передає великий обсяг даних про себе та своє оточення...".

Однак такої простої концепції недостатньо для наших цілей у цій роботі. Нам потрібне щось суттєве та точна концепція, щоб обґрунтувати запропоновану нами структуру ПоТ. Проста концепція дійсно забезпечує шаблон для визначення ПоТ, оскільки вона правильно намагається визначити ПоТ, апелюючи до двох суттєвих характеристик: (а) види технологій, що використовуються в умовах ПоТ, та (б) відмінні цілі та завдання, які ставляться перед цими технологіями. Нам потрібне визначення, яке має таку структуру, але дає нам більш істотне розширення (а) та (б).

Перевага простої концепції полягає в тому, що оскільки вона ясно показує, що відповідні технології використовуються в цілях, характерних для промисловості, вона відповідає основному критерію, що дозволяє нам відрізняти пристрої IoT від пристроїв ПоТ. Наприклад, такі пристрої, як розумні велосипедні замки та розумні чайники, не є корисними з погляду промисловості як такої, проста концепція правильно класифікує ці предмети як

пристрої, що не належать до IIoT. Незважаючи на цю перевагу, визначення все ж таки залишається неінформативним.

Ще один підводний камінь, якого слід уникати при спробі виробити визначення IIoT, - це визначення IIoT у термінах якогось іншого поняття, яке явно не відрізняється від поняття IIoT, що зробить визначення неінформативно кільцевим. У галузевій літературі подібна проблема ілюструється, наприклад, так: "Бачення світу IIoT - це бачення світу, в якому розумні підключені активи (речі) працюють як частина більшої системи або систем систем, що становлять розумне виробниче підприємство".

Оскільки "розумне виробниче підприємство" - це, по суті, промислове підприємство, яке демонструє особливості IIoT, це визначення також неінформативно кільцеве.

Визначення, яке поступово покращується в порівнянні з простим визначенням, таке: "Промисловий інтернет або промисловий інтернет речей (IIoT) створений для більших "речей", ніж смартфони та бездротові пристрої. Він націлений на підключення промислових активів, таких як двигуни, електромережі та датчики, до хмари через мережу". Це визначення виходить за рамки простої концепції, чітко вказуючи, що саме промислові активи вважаються підключеними в умовах IIoT, і воно трохи свідчить про природу цього підключення: відповідні активи підключені до хмари, через мережу.

Друге визначення, яке додає деякі додаткові деталі, таке: "Промисловий Інтернет речей (Industrial IoT) складається з безлічі пристроїв, з'єднаних комунікаційним програмним забезпеченням. В результаті системи і навіть окремі пристрої, що входять до їх складу, можуть відслідковувати, збирати, обмінюватися, аналізувати та миттєво діяти на основі інформації для інтелектуальної зміни своєї поведінки або довкілля - і це без втручання людини". Головна перевага цього все ще розпливчастого визначення полягає в тому, що воно чітко визначає функції пристроїв IIoT: моніторинг, збір, обмін та аналіз інформації для того, щоб вони могли змінювати власну поведінку або давати вказівки іншим пристроям без втручання людини.

Передбачається, що центральним елементом ПоТ є його опора у промисловому середовищі на об'єкти, системи та машини, які були вдосконалені до статусу CPS, щоб продукти та послуги могли автономно прямувати ланцюжками постачання та створення вартості. Згідно з іншою точкою зору, ПоТ спирається не тільки на CPS, але і на вбудовані системи, хмарні обчислення, обчислення на кордонах, загальні технології, пов'язані з "розумною фабрикою", та відповідне програмне забезпечення. Ще одна думка стосується цілей та завдань технологій ПоТ, припускаючи, що вони повинні функціонувати не тільки для забезпечення автономного виробництва, але й для надання інформації в реальному часі користувачам, споживачам та іншим процесам. Визначення Industrie 4.0 у розділі проливає світло на види технологічних процесів, що використовуються в рамках ПоТ, та на те, як ці процеси застосовуються для просування цінностей відповідних галузей промисловості, а також чітко показує, як технології ПоТ пов'язані з іншими характеристиками промислового технологічного ландшафту, такими як "розумні фабрики" та Інтернет послуг (тобто "річ" як послуга, наприклад, енергія як послуга або мобільність як послуга).

Тепер ми можемо дати власне визначення ПоТ. Воно має ту саму структуру, що й проста концепція, з якої ми розпочали: ПоТ визначається за допомогою апеляції до видів технологій, що його складають, а також за допомогою апеляції до відмінних видів використання, до яких ці технології застосовуються, але при цьому в ньому міститься більше деталей, ніж у простій концепції: Промисловий Інтернет речей: Система, що включає мережеві інтелектуальні об'єкти, кіберфізичні активи, пов'язані з ними загальні інформаційні технології та додаткові хмарні або граничні обчислювальні платформи, які забезпечують у реальному часі, інтелектуальний та автономний доступ, збір, аналіз, зв'язок та обмін інформацією про процесі, продукті та / або послуги в промисловому середовищі, щоб оптимізувати загальну цінність виробництва. Ця цінність може включати: покращення доставки продукції або послуг, підвищення продуктивності, зниження витрат на робочу силу,

зниження енергоспоживання та скорочення циклу "від збирання до замовлення".

Тож чому саме я обрав інтернет речей. По-перше розподілені системи управління об'єднують окремі системи у мережу. Вона з'єднує датчики та контролери по всьому підприємству з диспетчерською, використовуючи цифрові сигнали замість електричних або пневматичних. Те, для чого раніше були потрібні кілометри трубопроводів або проводів, тепер передається по оптоволоконних кабелях, а замість стін з датчиками та лічильниками вся установка може бути відображена на моніторі комп'ютера. По-друге це дає нам можливість використовувати бездротовий зв'язок, щоб усунути необхідність оптоволоконних з'єднань між системами.

Використання інтернету речей також дозволяє централізовано керувати обладнанням з диспетчерської або будь-якого місця, де є комп'ютерна робоча станція. Перехід на цифрові контролери для двигунів та вимикачів, а також електродвигунів на клапанах робить дистанційне керування по мережі такими ж простим, як налаштування "розумного будинку".

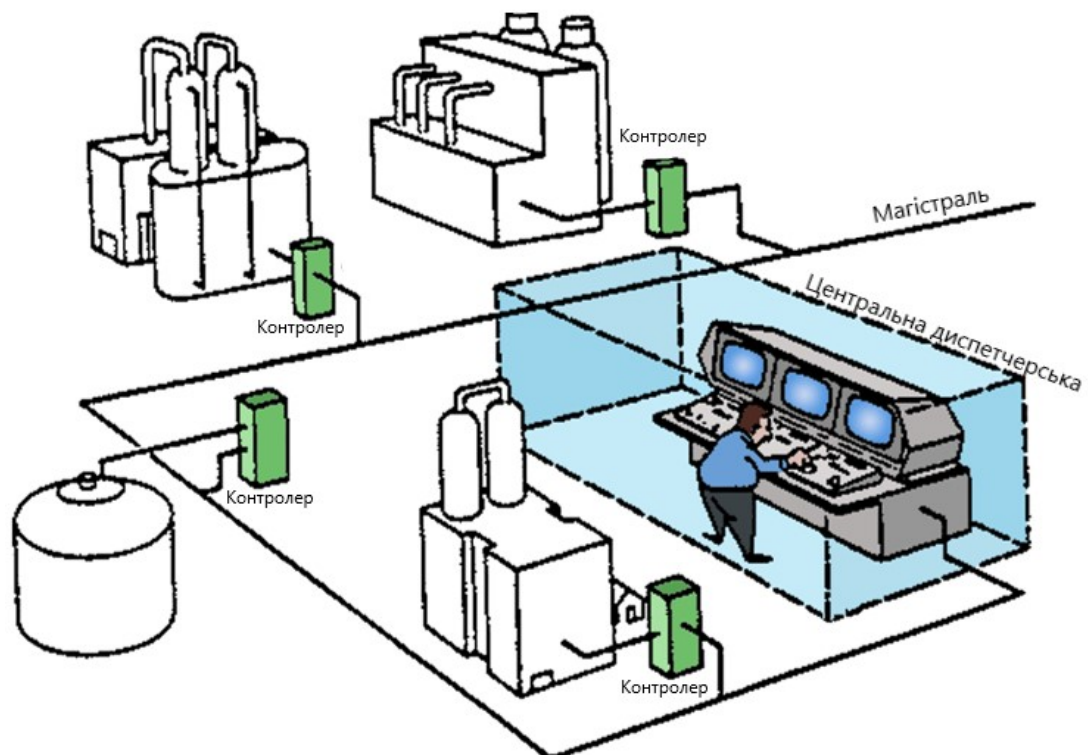


Рисунок 2.2 – Приклад роботи інтернету речей

2.3 Характеристика існуючої телекомунікаційної мережі підприємства

На сьогоднішній день телекомунікаційна мережа підприємства являє собою дві окремі інфраструктури, а саме телефонну та комп'ютерну мережі. Для можливості впровадження системи енергоменеджменту необхідно забезпечити телекомунікаційну інфраструктуру на належному рівні. Задля вирішення цієї задачі слід проаналізувати наявні ресурси та провести модернізацію телекомунікаційної складової.

На сьогоднішній день комп'ютерна мережа розташована в заводоуправлінні, число робочих станцій становить 100.

Телефонна мережа заснована на базі цифрової ВВАТС MD-110. Початкова ємність ВВАТС Ясинівського КХЗ 536 аналогових абонентів й 80 цифрових ліній, 24 комплекта сполучних ліній (сигналізація із замиканням шлейфа), 24 комплекта вхідних й 36 комплектів вихідних сполучних ліній (сигналізація батарейним кодом по 3-х провідним лініям) для зв'язку з іншими станціями.

Рішення про модернізацію мережі було прийнято ґрунтуючись на наступних доводах:

- 1) відсутність чіткої структури мережі передачі даних;
- 2) збільшення числа користувачів локальної мережі;
- 3) приведення структури мережі до стандарту СКС;

Як уже було сказано вище, необхідність повної модернізації зумовлена зростанням числа абонентів і неможливістю станції пропонувати нові типи послуг і видів зв'язку. У таблиці 2.1 наведений поточний склад абонентів та запланований по заводу в цілому.

Таблиця 2.1 - Склад абонентів

		Поточний стан	Планований стан
1	Заводоуправління	100	250
2	Їдальня	-	5
3	Газопередача	-	5
4	Пожежне депо	-	5
5	РСЦ	-	5
6	Складські приміщення	-	10
7	КПП	-	5
8	Місця розташування СДОР	-	5
9	Цех сіроочистки	-	5
10	Водопостачання	-	5
11	Коксові батареї №5, №6	-	20
12	Градирні №№1-3	-	15
13	Їдальня №2	-	5
14	Сульфатний	-	5
15	Бензольний	-	5
16	Душова	-	5
17	Градирні	-	5
18	ЦЗЛ	-	5
19	Коксові батареї №№1-4	-	40
20	Автоцех	-	5
21	ТЕЦ	-	5
22	Склад Вугілля	-	5
23	Ремехцех	-	10
24	Вуглефабрика	-	10
25	Шламкові відстійники	-	5
26	Бункер породи	-	5
27	Склад вогнетривів	-	5
28	Шламкові відстійники	-	5
	Всього	100	460

2.4 Розрахунок навантаження

Для розрахунку навантаження на мережу, яке генерується абонентами, необхідно визначитися з кількістю вузлів мережі, їхньою ієрархією та числом абонентів підключених до них.

Мережна структура, що проектується, складається з двох «підмереж» - телефонна й мережа передачі даних, розрахунок навантажень і початкові умови розрахунку для них відрізняються. З таблиці 2,1 випливає, що число абонентів

локальної комп'ютерної мережі дорівнює 460. Через територіальну розподіленість мережі, вона буде розбита на кілька частин. У таблиці 2.2 наведений територіальний розподіл комп'ютерної мережі з урахуванням розділення на відповідні вузли.

Таблиця 2.2 - Територіальний розподіл мережі на структурні одиниці

№	Найменування об'єкта	Комп'ютерна
1	Заводоуправління	250
	Їдальня	5
	Газопередача	5
	Пожежне депо	5
	РСЦ	5
	Складські приміщення	10
	КПП	5
	Мобільні абоненти	-
Разом		280
2	Місця розташування СДОР	5
	Цех сіроочистки	5
	Водопостачання	5
	Коксові батареї №5, №6	20
	Градирні №№1-3	15
	Їдальня №2	5
	Сульфатний	5
	Бензольний	5
	Душова	5
	Градирні	5
	ЦЗЛ	5
	Коксові батареї №№1-4	40
Разом		110
3	Автоцех	5
	ТЕЦ	5
	Склад Вугілля	5
	Ремехцех	10
	Вуглефабрика	10
	Шламові відстійники	5
	Бункер породи	5
	Склад вогнетривів	5
	Шламові відстійники	5
	Телефонні апарати прямого доступу	-
Разом		55
Усього		460

Комутаційний центр підприємства розташований в будівлі заводу управління (структурна одиниця за номером 1). До нього будуть

підключатися інші структурні одиниці, а також всі вхідні й вихідні сполучні лінії, канали Інтернет. На підставі вищенаведеного розподілу можна переходити до розрахунку величин навантаження.

В основі методики розрахунку трафіка лежать імовірнісні характеристики потоку даних, які генеруються різними мережними додатками.

Трафік розраховується окремо для кожного виду послуг на кожному мережному вузлі. Формула (1.1) для розрахунку має вигляд:

$$\gamma_i^{(k)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)}, \quad (2.1)$$

де k – номер мережної послуги;

i – номер вузла;

$\gamma_i^{(k)}$ – математичне очікування трафіка, що генерується k -ої послугою на i -м вузлі;

$B_{cp}^{(k)}$ – швидкість передачі даних (у бітах або пакетах у секунду) – середня пропускна здатність каналу зв'язку, якого достатньо для якісної передачі трафіка k -ої послуги;

$N_{аб_i}^{(k)}$ – кількість абонентів на i -м вузлі, які користуються k -ої послугою;

$T_c^{(k)}$ – середня тривалість сеансу зв'язку для k -ої послуги;

$f_{викл_i}^{(k)}$ – середня кількість викликів у годину найбільшого навантаження для користувачів i -го вузла, які використовують k -ую послугу.

Тут швидкість передачі даних $B_{cp}^{(k)}$ знаходять за формулою (2.2):

$$B_{cp}^{(k)} = \frac{B_{\max}^{(k)}}{P^{(k)}}, \quad (2.2)$$

де $B_{cp}^{(k)}$ – максимальна пропускна здатність каналу зв'язку;

$P^{(k)}$ – пачечність одного абонента – відношення між
максимальною й середньою пропускнуою здатністю, необхідною для
забезпечення k -ої послуги.

Сумарний трафік, що генерується на i -му вузлі дорівнює:

$$\gamma_{\Sigma i} = \sum_{k=1}^{N_k} \gamma_i^{(k)}. \quad (2.3)$$

Навантаження розподіляється трьома напрямками:

- замикається всередині вузла;
- передається в сусідні вузли;
- передається до зовнішніх мереж.

Для розрахунку внутрішнього й зовнішнього навантажень використовують коефіцієнти тяжіння мережного трафіка, які задаються в кожному напрямку, k_1 – у внутрішню мережу, k_2 – у сусідні вузли, k_3 – до інших мереж. При цьому має місце співвідношення:

$$k_1 + k_2 + k_3 = 1. \quad (2.4)$$

У таблиці 2,3 наведені характеристики деяких абонентських служб [1].

Таблиця 2,3 - Параметри трафіка широкомовних інтерактивних служб

№ послуг и	Служба	Максимальна швидкість	Пачечність	Тривалість сеансу зв'язку T_c , с	Вхідне навантаження в ГНН (Ерл)
1	Передача телеметрії	2 Мбіт/с	10..100	2..5	0,2..1,5
2	Дані за вимогою	64 Кбіт/с	200	30	0,2

Для розрахунку навантаження необхідно визначитися із числом абонентів на кожному вузлі, задати для них певні види трафіка з відповідними параметрами.

На підставі розрахунків проведених за формулами 2.1-2.4 були отримані сумарні смуги пропускання (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 - Сумарні смуги пропускання

Вузел	Сумарна смуга пропускання для кожного вузла й комутаційних пристроїв, Мбіт/с
1	2.16
2	0.392
3	0.096
Усього	2.648

2.5 Вибір архітектури проектованої мережі

Локальна комп'ютерна мережа підприємства буде будуватися за ієрархічним принципом, і містити в собі три основні компоненти: ядро, розподіл та доступ (рисунок 2.3).

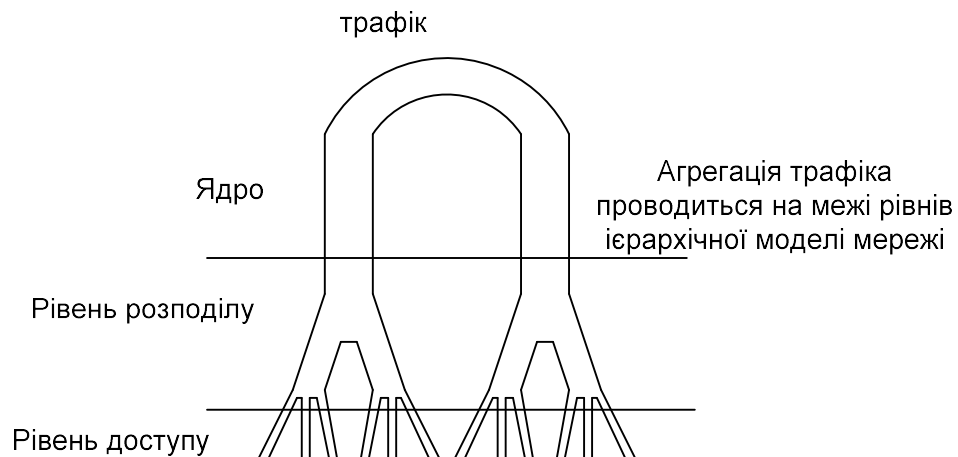


Рисунок 2.3 - Ієрархія мережі

Перед ядром мережі поставлене одне чітко сформульоване завдання - комутація пакетів (switching packets). Пристрої ядра повинні функціонувати в режимі пікової продуктивності. Можна сказати, що саме в ядрі мережі зосереджена вся її обчислювальна потужність.

Перед рівнем розподілу мережі поставлені три чітко сформульовані задачі:

- ізоляція наслідків зміни топології;
- керування розміром таблиці маршрутизації;

– агрегація мережного трафіка.

Рівень розподілу відповідає за агрегацію мережного трафіка. Агрегація досягається за рахунок об'єднання трафіка, що надходить по великому числу низькошвидкісних каналах передачі інформації, що зв'язують рівень розподілу із пристроями рівня доступу, у декілька широкосмугових каналів, що зв'язують рівень розподілу з ядром мережі. Подібна стратегія породжує в мережі ефективні точки підсумовування й зменшує кількість маршрутів, що повинні брати до уваги маршрутизатори ядра при ухваленні рішення про комутації пакетів.

Перед рівнем доступу мережі поставлені три основні задачі:

- формування мережного трафіка;
- контроль доступу до мережі;
- виконання інших функцій прикордонних пристроїв.

Пристрої рівня доступу з'єднують високошвидкісні канали локальних мереж з каналами глобальної мережі, що несуть трафік на рівень розподілу, вони являють собою видиму частину мережі.

Глобально, нашу мережу можна розділити на два підрівня, а саме мережа доступу й магістральна (транспортна) мережа.

Наступний етап – вибір топології мережі. Розрізняють повнозв'язні та неповнозв'язні топології. Повнозв'язна топологія відповідає мережі, у якій кожен комп'ютер безпосередньо зв'язаний з усіма іншими. Незважаючи на логічну простоту, цей варіант є громіздким та неефективним.

Топологія проекрованої мережі буде складною, неповнозв'язною, і складатися із синтезу двох топологій - дерево й зірка. На рисунку 2.4 наведена спрощена топологія проектуємої мережі.

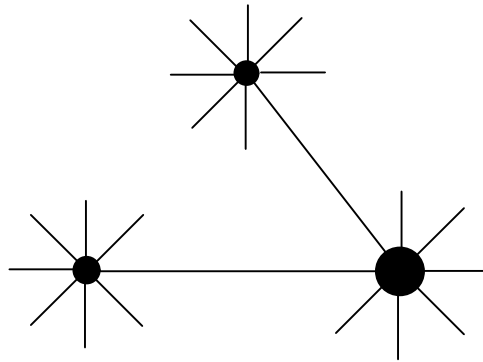


Рисунок 2.4 – Спрощена топологія мережі

В основі буде лежати зірка, що утворить складну структуру з відгалуженнями - гілками дерева, у основі яких також буде зірка. Вибір такої топології зумовлений ієрархічною моделлю мережі, з комутаційними вузлами, розташованими на верхніх рівнях. У топології мережі використання резервних зв'язків не передбачається.

2.6 Вибір технології побудови мережі

Як було сказано вище, у проєктованій мережі необхідно розрізняти два види підмереж, а саме магістральну мережу й мережу доступу.

Мережа доступу припускає організацію доступу кінцевих користувачів до сервісів мережі. На сьогоднішній день, існує велика кількість технологій, які дозволяють реалізовувати побудову мережі абонентського доступу, сімейство технологій Ethernet, бездротові технології доступу. Найбільш перспективною технологією побудови мережі сьогодні є побудова мережі на базі сімейства протоколів Ethernet, хоча не варто списувати з рахунків і технології бездротового доступу, які можуть знайти застосування на об'єкті проєктування.

На сьогоднішній день існує кілька різновидів мереж Ethernet, що відрізняються друг від друга швидкісними характеристиками й типами середовищ передачі. В основі сімейства технологій лежить метод доступу до середовища передачі даних, названий методом колективного доступу із

впізнаванням несучої й виявленням колізій (carrier-sense-multiply-access with collision detection, CSMA/CD). Метод CSMA/CD визначає основні тимчасові й логічні співвідношення, що гарантують коректну роботу всіх станцій у мережі:

- 1) між двома послідовно переданими по загальній шині кадрами інформації повинна витримуватися пауза в 9.6 мкс; ця пауза потрібна для приведення у вихідний стан мережних адаптерів вузлів, а також для запобігання монопольного захвату середовища передачі даних однією станцією;
- 2) при виявленні колізії (умови її виявлення залежать від застосовуваного фізичного середовища) станція видає в середовище спеціальну 32-х бітну послідовність, що підсилює явище колізії для більш надійного розпізнавання її всіма вузлами мережі;
- 3) після виявлення колізії кожен вузел, що передавав кадр і зіштовхнувся з колізією, після деякої затримки намагається повторно передати свій кадр. Вузел робить максимально 16 спроб передачі цього кадру інформації, після чого відмовляється від його передачі. Величина затримки вибирається як рівномірно розподілене випадкове число з інтервалу, довжина якого експоненціально збільшується з кожною спробою. Такий алгоритм вибору величини затримки знижує імовірність колізій і зменшує інтенсивність видачі кадрів у мережу при її високому завантаженні.

Швидкості, які підтримує дане сімейство технологій - 10, 100, 1000 й 10000 Мбіт/с. З економічної точки зору (вартість кінцевого встаткування й ліній зв'язку) найбільш прийнятною є технологія Fast Ethernet.

Існує кілька версій 100-мегагерцного Ethernet (100base-T4, 100base-TX, 100base-FX). Сегменти T4 (100base-T4) використовують чотири скручені пари телефонної якості (екрановані й неекрановані скручені пари проводів категорії 3, 4, 5 або 5e) довжиною до 100м.. Сегменти TX (100base-TX, стандарт ANSI TP-PMD) складаються із двох скручених пар проводів інформаційної якості

(хвильовий опір 100-150 Ом, екрановані й неекрановані скручені пари проводів категорії 5, довжина до 100м). FX-сегменти (100base-FX) являють собою оптоволоконні кабелі, що відповідають вимогам стандарту ANSI. Багатомодове волокно 62,5/125 працює в інфрачервоному діапазоні 1350нм. Максимальна довжина сегмента становить 412 метрів, обмеження визначається міркуваннями припустимих затримок. Граничне ослаблення сигналу у волокні не повинне перевищувати 11 дБ, стандартний кабель має 1-5 дБ/км. Оптичні рознімання повинні відповідати тим же вимогам, що й рознімання, використовувані в FDDI-мережах (MIC- Media Interface Connector). Для оптоволоконної версії дуплексного зв'язку гранична довжина сегмента може досягати 2 км (для напівдуплексного варіанта гранична довжина сегмента може досягати 412 м).

Отже, в якості базової технології побудови мережі доступу була обрана технологія Fast Ethernet.

Магістраль - це одна з найбільш дорогих та важливих частин будь-якої мережі. З огляду на те, що через неї проходить значна частина трафіка мережі, її властивості позначаються практично на всіх сервісах корпоративної мережі, якими користуються кінцеві користувачі. При виборі технології побудови магістральної мережі необхідно спиратися на основну вимогу до нашої мережі - мультисервісність.. Варто звернути увагу на один з перспективнейших стандартів сьогодення, а саме Gigabyte Ethernet сімейства протоколів IEEE 802.3.

Розвитком технології Fast Ethernet стала розробка стандарту Gigabit Ethernet (IEEE-802.32). Перший проект стандарту був прийнятий в 1997 році. Він передбачає швидкість обміну інформацією між станціями мережі до 1 Гбіт/с. До складу устаткування входять мережні адаптери зі швидкістю 1 Гбіт/с, комутатори й маршрутизатори.

Мережі Gigabit Ethernet сумісні з мережною інфраструктурою Ethernet й Fast Ethernet, але функціонують зі швидкістю в 10 разів більше ніж Fast Ethernet. Збільшення пропускної здатності дозволяє усувати «вузькі місця»

мережі, які виникають при роботі прикладних програм, що вимагають великого збільшення трафіка, наприклад, при передачі мультимедійної інформації в реальному часі.

У мережі Gigabit Ethernet використовується керування трафіком, контроль перевантажень і забезпечення якості обслуговування. При цьому метод доступу до середовища здебільшого залишається CSMA/CD. У зв'язку з обмеженнями, що накладаються методом CSMA/CD на довжину кабелю, Gigabit Ethernet допускає довжину зв'язків до 100 метрів для фізичного середовища на кручений парі. Максимально припустима відстань між кінцевим вузлом і комутатором для фізичного середовища на оптоволокну - 500 метрів для багатомодового оптоволокну та 2 км для одномодового.

Для побудови магістрального сегменту мережі була обрана технологія Gigabit Ethernet, пропускна спроможність якої задовільняє розрахункам навантаження на мережу. З огляду на територіальну розподіленість в якості фізичного носія був обраний оптоволоконний кабель.

2.7 Вибір способу побудови мережі

Мережа підприємства буде будуватися на основі відповідних рекомендацій, висунутих міжнародними організаціями по стандартизації й сертифікації кабельних мереж. СКС - структурована кабельна система. Дана система являє собою комплексне рішення щодо пасивного устаткування, що використовується в рамках об'єкта проектування.

Проект базується на структурованій кабельній системі, що передбачена міжнародним стандартом ISO/IEC 11801 "Generic Cabling for Customer Premises" (Прокладка кабелів у приміщеннях замовника). Даний стандарт розробляли: ISO (International Organization for Standardization - Міжнародна організація по стандартизації) і IEC (International Electrotechnical Commission - Міжнародна комісія з електротехніки). Поряд із цим стандартом відомий також

американський стандарт TIA/EIA-568-A та європейський стандарт EN50173, що мають не принципові відмінності від ISO/IEC 11801. В додатку Д показана типова топологічна схема мережі поверху будівлі, на якій відображено розташування комутаційної, розеток та топологія проходження кабельних трас горизонтальної підсистеми СКС. Комутаційна обладнана 19-дюймовою стійкою в якій розташовано активне обладнання та пасивне, в якості якого виступають комутаційні патч-панелі та патчкорди. Прокладка кабеля по кабінетах та магістральних трас проводиться над фальш-стелею, телекомунікаційні розетки розташовані на рівні 300 мм від полу, описку кабельних трас зі стелі виконані за фальш-стінами або в пластикових коробах (з огляду на типи стін в кабінеті)

В додатку Є наведена вертикальна підсистема СКС. Об'єкт має чотири поверхи, комутаційні розташовані одна над одною. Центральна комутаційна розташована на другому поверсі. Всі комутаційні з'єднані між собою за топологією зірка, швидкість в магістральній системі складає 1000 Мбіт/с.

Засоби сполучення з універсальною кабельною мережею (роз'ємні з'єднання) розташовані на кінцях кожної підсистеми. У цих точках може бути підключене устаткування, що підтримує специфічні додатки. Будь-який розподільник може мати інтерфейс із зовнішнім службовим кабелем і використовувати між з'єднання, або кросові з'єднання.

Типи ліній що будуть використовуватися в проєктованій мережі, зумовлені обраними стандартами. Як було сказано в попередньому пункті, як базова технологія побудови мережі рівня доступу буде використовуватися технологія Fast Ethernet, а для магістральної мережі - Gigabyte Ethernet.

В якості магістральних ліній зв'язку передбачається використання оптоволоконних ліній. Оптоволоконні лінії будуть використовуватися в магістральній підсистемі будинку й при побудові територіально розподіленої мережі доступу. Оптоволокно буде єдиним середовищем як для інформаційної, так і для телефонної мереж. Дане рішення прийняте з економічних міркувань і виходячи з тенденції розвитку мультисервісності в мережах (об'єднання різних типів трафіка в єдиному середовищі передачі). Як постачальник

оптоволоконних компонентів СКС обрана фірма AMP, що добре зарекомендувала себе на ринку телекомунікацій і надає різноманітний асортимент продукції в області телекомунікацій.

Як провідник, ми будемо використовувати багатомодове оптичне волокно, броньоване для зовнішньої прокладки, марки FB-8R/NMA. Дальність зв'язку при використанні такого волокна становить у середньому 2 кілометри.

В якості кабельно-проводникової продукції горизонтальної підсистеми СКС вибираємо мідне середовище передачі, кручена пара категорії 5е. Даний вибір зумовлений технологією FastEthernet і способом побудови мережі - СКС. Вибір даної категорії ґрунтується на співвідношенні ціна/якість, та тим фактором, що кабелі даної марки надалі дозволяють перехід від стандарту FastEthernet до GigabyteEthernet, без заміни кабельної системи. Як постачальник пасивного устаткування, ще раз нагадаємо, був обраний виробник AMP.

Структурно-функціональна схема мережі відображає топологію фізичних зв'язків, типи ліній та призначення основних комутаційних пристроїв. Структурна схема формується на базі аналізу типових архітектурно-топологічних рішень обраних технологій.

На рисунку 2.5 наведена структурно-функціональна схема проектованої мережі. Як видно з рисунка, мережа розбита на три підмережі, при цьому телефонна мережа використовує лінії зв'язку магістральної мережі передачі даних. Основна частина комунікаційного устаткування сконцентована на території заводууправління. До головного маршрутизатора, який виконує функції розділення мережі на відповідні відділи з урахуванням інформаційної моделі, підключаються комутатор рівня доступу (він о'єднує комутатори рівня доступу в єдину фізичну структуру) по оптиковолонним лініям, технологія використовується для побудови магістральної мережі - Gigabyte Ethernet, швидкість передачі в лінії зв'язку становить 1 Гбіт/с. На ділянці Конвертер-Комутатор, використовується багатомодове оптоволокно, технологія - Gigabyte Ethernet, швидкість передачі - 1Гбіт/с. Безпосередньо абоненти підключаються до мережі крученою парою категорії 5е засобами СКС..

Організація мережі на віддалених об'єктах аналогічна організації в ядрі. Абоненти підключаються до локальної й телефонної мереж за допомогою крученої пари засобами СКС. Технологія, використовувана на локальній мережі - Fast Ethernet, швидкість регламентована технологією - 100 Мбіт/с. Виносний комутатор підключений до центрального через медіаконвертер таким же чином, як це зроблено на центральному вузлі.

Лінії зв'язку між комутаторами рівня розподілу й кореневим - волоконно-оптичні, технологія Gigabyte Ethernet, швидкість передачі в лінії зв'язку становить 1 Гбіт/с.

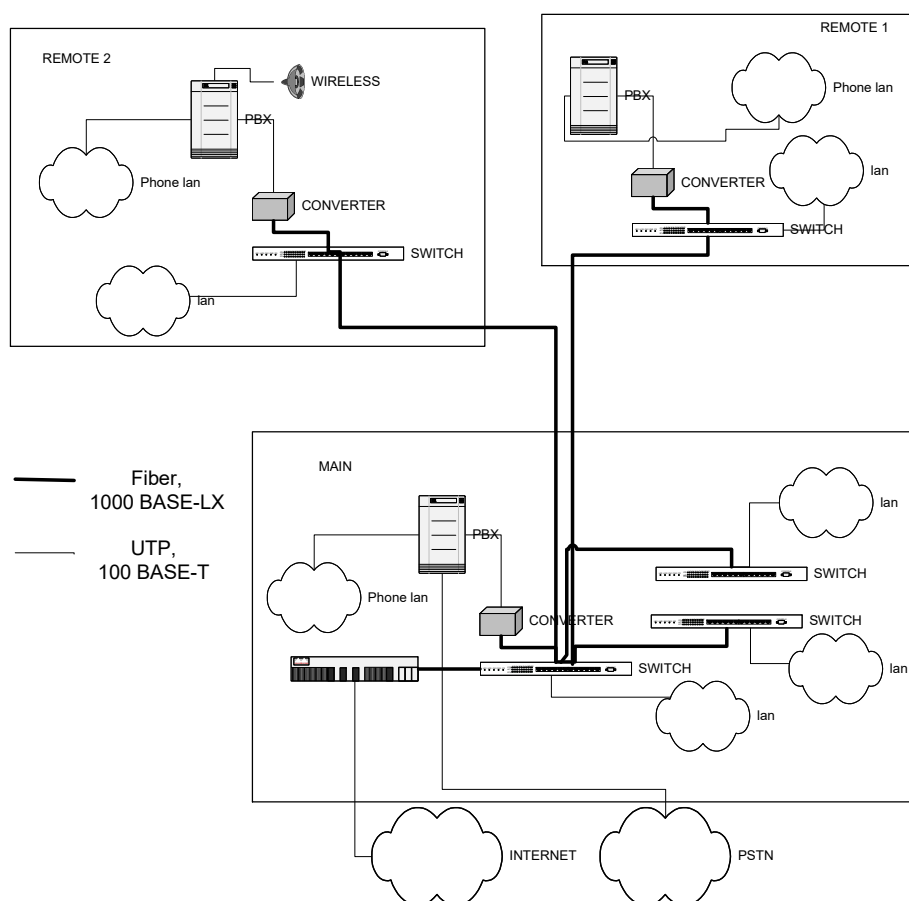


Рисунок 2.5 - Структурна схема мережі

Висновки до розділу 2.

У другій главі дипломного проекту був зроблений вибір способу побудови мережі, розроблена топологія, визначені технології використовувані на мережі, швидкості й типи каналів зв'язку. В якості базової топології використовується зірка, на магістральних каналах (що поєднують між собою віддалені комутаційні вузли) використана технологія 1000 Base-LX, канали виконані оптоволоконним кабелем. На рівні доступу використовується технологія 100 Base-T з кабельної інфраструктурою UTP cat 5e, яка в подальшому при необхідності забезпечить модернізацію мережі до швидкості 1000 Мбіт/с, шляхом заміни комутаційного обладнання. У заключній частині наведена структурна схема мережі з детальним описом.

3 АПАРАТНИЙ СИНТЕЗ МЕРЕЖІ

3.1 Вибір активного устаткування

У проєктованій нами мережі в якості активного устаткування будуть виступати:

- комутатор;
- маршрутизатор;
- оптичні модулі й мультимедіа конвертери.

У таблиці 3.1 наведений кількісний й якісний склад активного устаткування проєктованої мережі по кожному з вузлів, виходячи з того, що комутатори будуть мати 48 портів.

Таблиця 3.1 - Перелік активного встаткування

Тип обладнання	Комутаційний вузол №1	Комутаційний вузол №2	Комутаційний вузол №3
Комутатор з оптичними інтерфейсами	1	-	-
Комутатори	6	3	2
Маршрутизатор	1	-	-
Мультимедіаконвертор	1	1	1

Оптичний комутатор буде використовувати Planet MGSW-004-12F. Нижче наведені ключові характеристики:

- відстань передачі даних до 2 км (для багатомодових модулів);
- відповідність стандартам IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.3ab й IEEE 802.3x;
- вбудований консольний порт керування RS-232;
- таблиця MAC адрес 12К;
- буфер 4 Мб для 100FX волоконних модулів й 128 Кб для гігабітних модулів;
- висока пропускна здатність комутатора - 9,6 Гбіт/с;

- IEEE 802.3x Flow Control для Full-Duplex й Back-Pressure для Half-Duplex режимів;
- механізм керування потоком даних, для виключення втрат пакетів (Store-and-Forward).

Конфігурація портів пристрою наступна - 12x100Base-FX (SC, багатомодове) і 1x1000Base-SX (SC, багатомодове).

Для об'єднання користувачів у локальні групи будуть використовуватися 48-портові комутатори 3-го рівня Planet WGS3-5220. Нижче представлені ключові характеристики пристрою:

- 10/100Base-TX порти з функціями auto-sensing та auto-negotiation;
- підтримка великих пакетів (Jumbo Frame) 9KB на 10/100/1000Base-T портах;
- 16KB таблиця MAC адрес;
- IEEE 802.3x Flow Control для Full-Duplex й Back-Pressure для Half-Duplex режимів;
- механізм керування потоком даних, для виключення втрат пакетів (Store-and-Forward);
- забезпечує Broadcast storm захист;
- підтримка IGMP snooping v1, v2 й v3;
- підтримка тегованих (802.1q) VLAN, Protocol-Based VLAN й GVRP протокол для динамічного керування VLAN;
- підтримує double-tagged для Q-in-Q VLAN тегованих пакетів;
- забезпечення дзеркалювання портів (many-to-1);
- маршрутизація IP-протоколу підтримується RIP v1/v2, OSPF v2;
- інтерфейс маршрутизації підтримує режими Per-Port маршрутизації й VLAN-маршрутизації;
- підтримує "router discovery" (IRPD);
- протокол VRRP для надлишкової маршрутизації;
- підтримує перерозподіл маршруту;
- IEEE 802.1p;

- IP TOS/Precedence й DSCP;
- 8 пріоритетних черг на всіх портах комутатора;
- підтримка обмежень трафіка по пріоритетах, підтримка Weighted Round Robin (WRR), політик Co (Class of Service);
- підтримка політик з DiffServ;
- L2/L3/L4 ACL (Access Control List);
- RADIUS й TACACS клієнт;
- IEEE 802.1x Port-Based авторизація для контролю мережного доступу;
- фіксація MAC-адреси за портом.

Комутатор має наступні інтерфейси: 48 RJ-45 auto-MDI/MDI-X портів, 4 RJ-45 auto-MDI/MDI-X порти, 2 SFP порти.

Незважаючи на тенденції витиснення маршрутизаторів комутаторами 2-го й 3-го рівнів, необхідність у їхньому використанні очевидна. Головні завдання, які повинні вирішувати маршрутизатори в умовах функціонування нашої мережі, представлені нижче:

- ефективно перенаправляти пакети з однієї мережі в іншу, при цьому усуваючи непотрібний трафік;
- з'єднувати сусідні або віддалені мережі;
- зв'язувати різномірні мережі;
- усувати вузькі місця мережі, ізолюючи її окремі частини;
- захищати фрагменти мережі від несанкціонованого доступу.

Із всього спектру пропонуємих продуктів був обраний маршрутизатор Cisco серії 3845 з підтримкою передачі голосових і факсимільних повідомлень. Інтегровані властивості серії Cisco 3800 містять у собі наступне:

- інтегровані протоколи ЛОМ, передачі голосу й відео;
- сумісне з User-Network Interface (UNI) і Network to Network Interface (NNI) Frame Relay керування потоками;
- об'єднання потоків з 19.2 kbps до T1/E1;
- потоки ATM UNI 3.1 на швидкостях T1/E1;

- інтегрована маршрутизація Integrated Ethernet й Token Ring;
- маршрутизація IP/IPX, AppleTalk, DECnet;
- підтримка мультипротокольних даних, включаючи SNA, X.25, bisync, та інші;
- інтегрований аналоговий телефонний трафік із сигналізацією: FXS, FXO, E&M 2/4 кабель;
- стандартні алгоритми обробки голосу, включаючи PCM, ADPCM, LD-CELP і CS-ACELP;
- вбудована комутація голосу;
- надлишкове живлення й заміна карт "на ходу";
- міжмережна взаємодія з Cisco/StrataCom IGX і комутаторами BPX;
- перевірена програмна платформа на основі Cisco IOS.

Відмінна риса сімейства Cisco 3800 є інтегрована підтримка систем безпеки. У маршрутизаторах Cisco 3825 й Cisco 3845 вбудовані апаратні прискорювачі протоколів шифрації DES, 3DES й AES. Крім того, у програмному забезпеченні реалізовані функції міжмережного екрана Firewall, системи виявлення вторгнення IDS, фільтрації URL запитів.

Для впровадження телефонної мережі в інфраструктуру магістральної комп'ютерної мережі будуть використовуватися медіаконвертори PLANET FT-802, які перетворюють інтерфейс 10/100Base-TX в 100Base-FX (SC, багатомодове).

3.2 Вибір пасивного мережного устаткування

В якості пасивного устаткування (дане устаткування є загальним як для телефонної мережі, так і для мережі передачі даних) у нашому випадку виступають наступні типи обладнання:

- магістральні кабелі;

- кабелі абонентської проводки;
- комутаційно-кроссове устаткування;
- коннектори;
- комутаційні й розподільні шафи й стійки.

Як магістральний кабелі мережі буде використаний оптичний багатомодовий кабель марки FB-8R/NMA, для побудови локальної мережі - кручена пара AMP-57535-5e.

До групи комутаційно-кроссового устаткування ставляться наступні типи пасивних компонентів:

- патч-кабелі;
- патч-панелі;
- кросові плінти;
- розетки.

В якості патч-кабелів для мідних ліній зв'язку ми будемо використовувати фірмові патч-кабелі AMP, довжиною 0,5 та 2 метри. Кабелі довжиною 0,5 метрів будуть застосовуватися для кроссування в межах комутаційних шаф і вузлів, а 2 метрові для підключення безпосередньо розетки до аквтиного устаткування. У телефонній мережі буде використовуватися звичайний плоский телефонний сполучний кабель.

Використання патч-панелей передбачається не тільки в інформаційній мережі, а ще й у телефонній. Дане рішення зумовлене універсалізацією мережі, тобто будь-яке робоче місце може бути легко трансформоване з інформаційного в телефонне й навпаки.

У якості кросового пасивного обладнання телефонної мережі крім патчпанелей категорії 5e, будуть використовуватися розмикаючися плінти Krone.

Дане устаткування буде встановлено між комутаторами й патч-панелями, а також використовуватися в якості кроссовго устаткування центрального вузла зв'язку.

І останнім елементом комутаційного встаткування є безпосередньо розетка. У нашому випадку буде використана не сама розетка, а лише модуль типу RJ-45 Cat 5e виробництва AMP. Дане рішення обумовлене можливими дизайнерськими вишукуваннями замовника, а тому що модулі є універсальними, то їхнє використання тільки вітається.

Для оптичного середовища передачі нам також необхідні патчкорди й патч-панелі. У центральному комутаційному вузлі - багато портова оптична патч-панель виробництва AMP, модель - оптична комутаційна панель 19", 1U, 24 SC, без каплерів. Для з'єднання активної й пасивної оптичної частини СКС будуть використовуватися патч-корди duplex MM, 62.5/125, MTRJпапа-Sc (AMP).

Для монтажу й установки пасивної й активної складової нашої мережі будуть використовуватися комутаційні 19 дюймові напольні шафи ємністю в 57 юнітів. Їхня необхідність обумовлена раціональним використанням простору для монтажу й полегшення обслуговування. У межах мережі будуть використовуватися комутаційні шафи виробництва AMP.

3.3 Розробка схеми з'єднань мережі

Під функціональною схемою розуміють побудову схеми з'єднань в мережі відповідних комутаційних портів за відповідними типами каналів зв'язку з використанням тих чи інших технологій. В додатку Г наведена функціональна схема мережі заводу, але вона не є повною. На наведеній функціональній схемі відтворений центральний комутаційний вузол та віддалені. В мережі є два віддалені комутаційні вузли, їх структура є типовою. Приступимо безпосередньо до опису.

Центральний комутаційний вузол представляє собою набір комутаторів, маршрутизаторів, пасивне обладнання та центральний телефонний комутатор мережі. Рівень ядра та розподілу представлений маршрутизатором Cisco 3845,

який з одного боку приєднаний до глобальної мережі (тип підключення до інтернет обирається в залежності від переліку способів, які надає провайдер), а з іншого до комутатора Planet MGSW-004-12F. Активне обладнання з'єднуються між собою наступними оптичними інтерфейсами за допомогою оптоволоконного патч-корду duplex MM, 62.5/125, MTRJ-SC (AMP) за технологією Gigabit Ethernet зі швидкістю 1000 Мбіт/с в порту.

Наступним рівнем є рівень доступу, в наведеній функціональній схемі він представлений комутаторами рівня доступу – Planet WGS3-5220, які під'єднуються до комутатора Planet MGSW-004-12F за топологією зірка (тобто індивідуально). З огляду на те, що комутатори мають оптичні порти відповідно і тип провідника – оптичний. Оптичний кабель FB-8R/NMA між комутаторами зі сторони кореневого комутатора розшивається на один з портів комутаційної панелі AMP patch-panel, optic, 24-port, а зі сторони рівня доступу зварюється з патч-кордом duplex MM, 62.5/125, MTRJ-SC (AMP). Підключення патч-панелі та Planet MGSW-004-12F відбувається за допомогою патч-корду duplex MM, 62.5/125, MTRJ-SC (AMP), а кінець, який зварений з патч-кордом, включається до відповідного оптичного інтерфейсу комутатора Planet WGS3-5220. Технологія, за якою поєднані комутатори, – Gigabit Ethernet зі швидкістю 1000 Мбіт/с в порту. Безпосереднє підключення користувачів відбувається по кабельній мережі, побудованій за технологією СКС. Кабелі AMP-57535-5e підсистеми доступу розшиваються з одного боку на комутаційні панелі AMP patch-panel 5e, 24-port (які розташовані в комутаційних шафах 9 Unit), а з іншого – на універсальні комутаційні модулі Keystone cat 5e AMP. Комутатор підключений до кабельної мережі патч-кордом AMP, 0.5 метра, а користувач – патч-кордом AMP, 2 метра. Технологія побудови локальної мережі – Fast Ethernet зі швидкістю 100 Мбіт/с в порту.

Організація віддалених комутаційних та локальної мережі така ж сама. Різниця становить у відстані між комутаторами Planet MGSW-004-12F та Planet WGS3-5220.

3.4 Вибір системи енергоменджменту

Широке трактування терміну АСКОЕ – автоматизована система контролю, обліку та управління енерговикористанням.

Система також використовується для ефективного контролю споживання електроенергії, управління потужністю та енергією, управління навантаженнями споживачів - денне регулювання, коротко- та довгострокове планування використання електроенергії. Створювати статистичні звіти та подібні завдання щодо постачання електроенергії.

На теперішній час відома велика кількість енергооблікових систем, серед яких є і українські виробники:

- ІТЕК-210 на базі лічильників з імпульсним виходом;
- ІТЕК-WEB;
- СІНЕТ-1;
- Облік-2000 на базі лічильників ЛО-3Т;
- ЄвроАльфа;
- ATdata – LZQM.

Також в Україні може зустрітися забезпечення зарубіжних виробників:

- DATAGYR C300 і C2000 (LANDIS);
- АльфаМет, АльфаСмарт і АльфаЦентр;
- ПСЕ-2000;

Системи на базі приладу ІТЕК-210

ІТЕК-210 призначений для побудови автоматизованих систем моніторинг та облік енергії, а також такі технічні засоби:

- передбачені трифазні індукційні лічильники електричної енергії генератори імпульсів (тип Е440, Е870, УП-1, УП-2, УП-3, СХ5000) або електронні лічильники з імпульсним входом;
- лінії зв'язку.

АСКОЕ також може включати:

- персональні комп'ютери типу IBM PC;

- модем;
- ще один ІТЕК-210.

Призначення та функції ІТЕС-210

Пристрій ІТЕК-210 призначений для виготовлення електроенергетичний бізнес і системи обліку технологій, які забезпечують контроль та облік параметрів електричної енергії та потужності (активні та реактивні компоненти) за тарифними зонами доби. Як первинний можна використовувати вимірювальні перетворювачі (ПВП) в АСКОЕ лічильники електроенергії: індукційні, оснащені формуючими пристроями імпульси; електроніка з імпульсним та інформаційним виводом.

Системи СІНЕТ-1

Система СІНЕТ -1 призначена для створення комплексів локального обліку і побудови розподілених автоматизованих систем контроль споживання енергії.

У функцію місцевого облікового комплексу входить збір і обробка інформація про потоки енергії обмеженої кількості точок вимірювання, розрахунок і збереження параметрів потоку енергії для розрахункових періодів і відображення інформації про параметри енергетичних потоків.

Системи на базі мікросервера ІТЕС-WEB

Системи на базі мікросерверів ІТЕС-WEB, розроблені для цифрового зчитування інформації з одного або групи лічильників електроенергії по каналу інтерфейсу RS-485, обробка, зберігання та передача до зовнішніх інформаційних мереж (включаючи локальну мережу ETHERNET) на вищому рівні АСКОЕ.

DATAGYRC2000 складається з кількох модулів. Базовий модуль залежить від конкретного застосування та включає всі основні функції. Додаткові модулі дозволяють налаштувати систему індивідуально прикладне завдання. Приклад використання системи DATAGYRC2000 наведено на рисунку 3.1. АББ виробляє електронні лічильники електроенергії АЛЬФА і на їх основі системи обліку енергії та потужності.

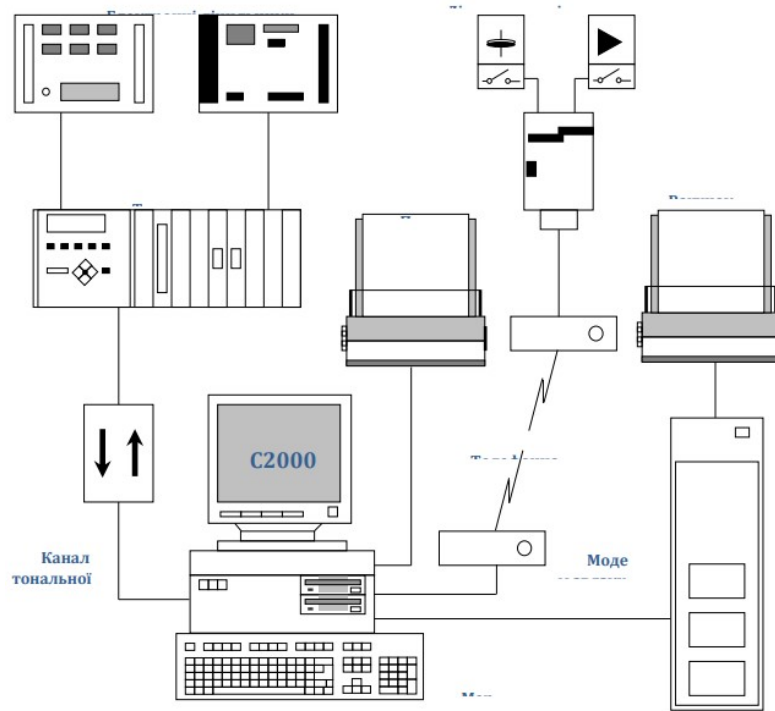


Рисунок 3.1 - Система контролю та управління електроспоживанням на базі
DATA GYR C2000

Висновки до розділу 3

У даній главі був зроблений вибір активної й пасивної складової мережі підприємства. Були обрані комутатори рівня розподілу та доступу, центральний маршрутизатор рівня ядра, виробник СКС. На основі обраних типів активного і пасивного обладнання, технологій та топології була розроблена функціональна схема мережі. Також була обрана базова система енергоменеджменту.

4 СТРУКТУРИЗАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ МЕРЕЖІ

4.1 Моделювання роботи

Для підтвердження правильності наведених розрахунків, обраних технологій і якісно-кількісного складу устаткування необхідно провести моделювання роботи мережі. Моделювання будемо робити в програмному пакеті NetCracker. Даний пакет був обраний як середовище моделювання, виходячи з наступних факторів:

1. можливість керування мережним трафіком;
2. можливість оперативного втручання в роботу мережі (відновлення або руйнування пристроїв або каналів зв'язку);
3. моделювання не тільки телефонної, але й інформаційної мереж;
4. підтримка мультисервісності мережних додатків;
5. можливість одержання змістовних звітів про роботу мережі в цілому або по конкретному вузлу, сегменту або лінії зв'язку.

Даний пакет має також велику базу даних мережних і телефонних активних пристроїв, але через те, що вони мають місце застарівати, а мережні пристрої обновлятися, при імітаційному моделюванні по можливості будемо користуватися представленими в програмному пакеті продуктами.

На рисунку 4.1 наведена загальна схема моделі мережі підприємства. За допомогою даної моделі були перевірені наступні показники:

- величина планованого трафіка в мережі;
- рівень завантаження каналів;
- рівень навантаження на активне мережне встаткування;
- працездатність телефонної мережі при умовах обраного рішення.

Як видно з рисунка, модель є ієрархічною й складається з великого числа метаоб'єктів - підмножин вкладених об'єктів. Лінії зв'язку виконані як оптоволоконном, так і мідними крученими парами. Швидкість всіх ліній

інформаційної мережі становить 100 Мбіт/с. Модель у точності повторює топологію фізичних і логічних зв'язків проектованої мережі.

Розходження в типах деяких елементів й у швидкостях передачі пояснюється відсутністю пристроїв і необхідних стандартів у програмному пакеті.

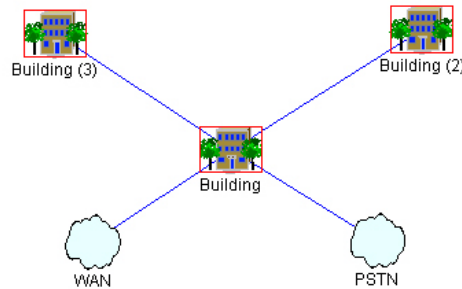


Рисунок 4.1 - Модель мережі підприємства

Модель складається з трьох компонентів, Building – структурна одиниця №1 – центральний сервер, Building(2) – структурна одиниця №2 – віддалений комутаційний вузол, Building(3) – структурна одиниця №3 – віддалений комутаційний вузол. Віддалені вузли об'єдані в єдину структуру за технологією Fast Ethernet.

На рисунку 4.2 наведена структурна організація мережі на центральному комутаційному вузлі.

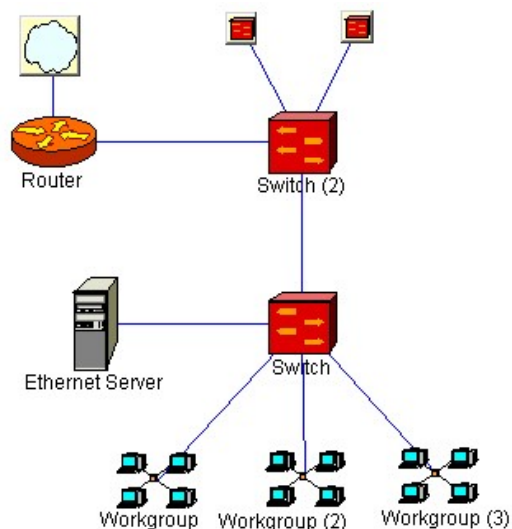


Рисунок 4.2 - Модель вузла мережі

Центральний вузол складається з маршрутизатора рівня ядра та комутатора рівня розподілу, до якого під'єднані комутатори рівня доступу.

Модель віддалених комутайїних вузлів наведена на рисунку 4.3.

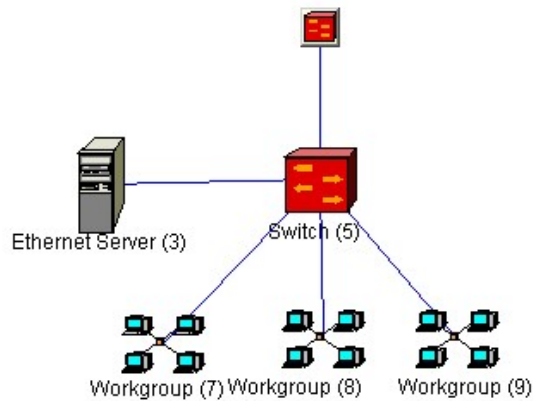


Рисунок 4.3 – Модель віддаленого вузла мережі

В кожній з підмереж існує локальний файл-сервер, призначений для внутрішньомережного обміну. В центральному вузлі файл-сервер виконує додаткові функції, а саме на ньому розташована база даних підприємства та поштовий сервер. З огляду на це, в кожній зі структурних одиниць були задані наступні типи трафіка:

- Small office;
- LAN peer-to-peer traffic;
- Small office peer-to-peer;
- File server's client.

На рівні взаємодії з базою даних та електронною поштою з усі вузлів до центрального сервера були задані наступні види трафіку:

- Database;
- E-mail (POP);
- E-Mail (SMTP).

Сервери локальної мережі взаємодіють між собою з наступним типом навантаження:

- File server's client.

Центральний сервер взаємодії з зовнішньою мережею з наступними типами навантаження:

- E-mail (POP);
- E-Mail (SMTP).

При доступі кінцевих користувачів до глобальної мережі були враховані наступні типи навантаження:

- HTTP client;
- FTP client.

У ході виконання моделювання було виявлено, що загальне завантаження мережі становить 29%, навантаження комутаторів на віддалених площадках - 41%, навантаження на центральний маршрутизатор - 21%, навантаження на лінії зв'язку коливаються в межах 22-54%.

Проаналізувавши дані, отримані в результаті моделювання, можна зробити наступний висновок - параметри мережі взяті із запасом, проектована мережа є автономною, пропускна здатність і швидкість передачі каналів рівня розподілу й доступу задовольняє за своїми показниками вимогам пред'явленим у ТЗ. Нагадаємо, що моделювання проводилося при використанні устаткування, пасивних елементів і швидкостей передачі, що уступають за характеристиками обраному рішенню, при цьому навантаження на мережу буде максимально близьким до планованого. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що ухвалене рішення має запас за пропускною здатністю не тільки каналів зв'язку, але й за пропускною здатністю активного устаткування.

4.2 Налаштування VLAN

Активне мережне устаткування комп'ютерної мережі повинно логічно структурувати мережу на незалежні сегменти (адміністративні одиниці підприємства). Для такої структуризації необхідно скористатися функцією VLAN кореневого комутатора й комутаторів рівня розподілу. Також

використовувана архітектура мережі вимагає наступних налаштувань маршрутизатора рівня ядра:

```

!
version 12.2
!
hostname Group1
!
interface GigabitEthernet0/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
  no shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0.1
  encapsulation dot1Q 55
  ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
  no shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0.2
  encapsulation dot1Q 60
  ip address 10.0.4.1 255.255.255.0
  no shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0
  ip address 10.15.0.13 255.255.255.252
  no shutdown
!
interface GigabitEthernet4/0
  ip address 10.15.0.17 255.255.255.252
  no shutdown
!
interface GigabitEthernet5/0
  ip address 10.15.0.5 255.255.255.252
  no shutdown
!
interface GigabitEthernet6/0
  ip address 10.15.0.2 255.255.255.252
  no shutdown
!
ip classless
ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 10.15.0.6
ip route 10.2.0.0 255.255.0.0 10.15.0.18
ip route 10.3.0.0 255.255.0.0 10.15.0.14
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.15.0.1 10
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.15.0.14 20
!
line con 0
!
end

```

Наведений листинг налаштувань маршрутизатора визначає маршрутизацію трафіка в глобальну мережу, а також визначає локальні підмережі.

Висновки до розділу 4

У даній главі було проведене імітаційне моделювання роботи мережі енергоменджменту в програмному пакеті NetCracker. Була змодельована робота інформаційної мереж ВАТ «Ясиновський КХЗ». Результати підтвердили правильність обраного рішення по створенню мережі підприємства в плані топології, по активному й пасивному встаткуванню використовуваним технологіям, стандартам і протоколам розгортання мереж підприємства. Це говорить про те, що конфігурація мережі в цілому, активне й пасивне встаткування обрано з деяким запасом за пропускнуою здатністю. Критичне значення навантаження у 80 % досягнуто не було на жодному з елементів системи.

При побудові мережі будуть використані такі технології логічної структуризації як віртуальні локальні мережі (VLAN), розподіл адрес буде проводитися DHCP-сервером з прив'язкою до MAC-адресу мережного пристрою.

ВИСНОВКИ

В першій главі дипломного проекту була надана характеристика Ясиновського коксохімічного заводу як об'єкта проектування.

В першому розділі дипломного проекту проведено аналіз об'єкту проектування, визначено актуальність поставленої задачі. Задача з енергозбереження є важливою не тільки з точки зору приватного споживача, але і з точки зору будья-якого промислового об'єкта. В дипломному проекті буде розглядатись можливість забезпечення розгортання телекомунікаційної інфраструктури для впровадження рішень з енергоменеджменту на Ясинівському коксохімічному заводі.

У другій главі дипломного проекту був зроблений вибір способу побудови мережі, розроблена топологія, визначені технології використовувані на мережі, швидкості й типи каналів зв'язку. В якості базової топології використовується зірка, на магістральних каналах (що поєднують між собою віддалені комутаційні вузли) використана технологія 1000 Base-LX, канали виконані оптоволоконним кабелем. На рівні доступу використовується технологія 100 Base-T з кабельної інфраструктурою UTP cat 5e, яка в подальшому при необхідності забезпечить модернізацію мережі до швидкості 1000 Мбіт/с, шляхом заміни комутаційного обладнання. У заключній частині наведена структурна схема мережі з детальним описом.

У третій главі був зроблений вибір активної й пасивної складової мережі підприємства. Були обрані комутатори рівня розподілу та доступу, центральний маршрутизатор рівня ядра, виробник СКС. На основі обраних типів активного і пасивного обладнання, технологій та топології була розроблена функціональна схема мережі. Також була обрана базова система енергоменеджменту.

У заключній главі було проведено імітаційне моделювання роботи мережі енергоменеджменту в програмному пакеті NetCracker. Була змодельована робота інформаційної мережі ВАТ «Ясиновський КХЗ». Результати підтвердили правильність обраного рішення по створенню мережі підприємства в плані

топології, по активному й пасивному встаткуванню використовуваним технологіям, стандартам і протоколам розгортання мереж підприємства. Це говорить про те, що конфігурація мережі в цілому, активне й пасивне встаткування обрано з деяким запасом за пропускнуою здатністю. Критичне значення навантаження у 80 % досягнуто не було на жодному з елементів системи.

При побудові мережі будуть використані такі технології логічної структуризації як віртуальні локальні мережі (VLAN), розподіл адрес буде проводитися DHCP-сервером з прив'язкою до MAC-адресу мережного пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні рекомендації до курсового проекту за курсом "Проектування засобів та систем телекомунікаційних мереж" для студентів заочної форми навчання по спеціальності 7.091402 "Телекомунікаційні системи та мережі" / Укл.: доц.. Дегтяренко І.В. - Донецьк: ДонНТУ, 2007.- 43 с.
2. Альваро Ретана, Дон Слайс, Расс Уайт «Принципи проектування корпоративних IP-мереж» 368 стор., с іл.; ISBN 5-8459-0248-7, 1-57870-097-3; серія Cisco Press; 2002, 1 кв.; Вільямс.
3. <http://book.itep.ru/>
4. А.Н.Назаров. Моделі й методи розрахунку структурно-мережних параметрів мереж АТМ.-М.:Наука,2002.-315з
5. Структуровані кабельні системи. Стандарти, компоненти, проектування, монтаж і технічна експлуатація/Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р. - М.: Компьютерпресс, 1999. - 488 с.
6. "Проектування й впровадження комп'ютерних мереж. Навчальний курс" Палмер, Питер-Пресс, 2004

ДОДАТОК А – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуаціях на підприємстві

А.1 Аналіз умов праці відділу технічної підтримки.

Відділ технічної підтримки оператора розташований у будівлі. Площа приміщення відділу технічної підтримки складає 50 м². Відділ технічної підтримки – сервісна структура, яка займається вирішенням технічних питань роботи мережі, проблем користувачів мережі з комп'ютерним обладнанням (як апаратним так і програмним забезпеченням) та оргтехнікою.

До основних видів діяльності відділу належать: забезпечення безперебійної роботи мережі; налагодження та підтримка мережевого обладнання; підтримка системного програмного забезпечення; забезпечення інформаційної безпеки мережі, контроль доступу, захист від віртуальних атак; підтримка та консультування користувачів мережі з приводу правил експлуатації мережі;

Діяльність працівників відділу напряду пов'язана з роботою на комп'ютерному обладнанні (ноутбук або стаціонарний комп'ютер) та користуванням мобільними телефонами. До основних шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, пов'язаних з роботою на персональному комп'ютері відповідно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы», НПАОП 0.00–1.28-10 «Правила охорони праці при експлуатації ОМ» належать: напруга зорових органів та пов'язане з нею перевтомлення; значне навантаження на кисті рук та пальці; тривале знаходження в сидячій позі, що викликає застійні явища в організмі; випромінювання різного виду (рентгенівське, електромагнітне, інфрачервоне, статистичні поля); механічні шуми, пов'язані з роботою кулера, дискового приводу, оргтехніки; іонізація повітря; виділення в повітря робочого приміщення різних хімічних речовин (озон, триметілфосфат, біфеніли).

Мобільний телефон є також джерелом електромагнітного випромінювання, на яке організм певним чином реагує. Наукові дослідження підтверджують негативний вплив таких пристроїв на мозок. Але вплив мобільного апарату на організм користувача і досі не є достатньо вивченим.

До психологічно шкідливих факторів, які впливають на людину при роботі з комп'ютером можна віднести розумову напругу та нервово-емоційне перевантаження, які виникають внаслідок підвищеної концентрації уваги.

Усі ці фактори негативно впливають на здоров'я працівників відділу технічної підтримки та сприяють виникненню професійних захворювань: комп'ютерний зоровий синдром; радіохвильова хвороба; синдром висихання рогівки ока; кистьовий тунельний синдром; захворювання шкіри; захворювання кишкового тракту; серцево-судинні захворювання.

Негативними наслідками регулярного використання мобільного телефону є ослаблення пам'яті, часті головні болі, зниження уваги, напруга в барабанних перетинках, порушення сну, дратівливість та ін..

А.2 Заходи щодо поліпшення умов праці

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища на працівників відділу технічної підтримки будуть вжити заходи щодо поліпшення їх умов праці. Розміщення робочих місць з ПК у підвальних приміщеннях та на цокольних поверхах заборонено. Кімната, у якій розташоване робоче місце з ПК має природне освітлення, яке здійснюється через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північний схід. Віконні прорізи такого приміщення обладнані регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки). Також приміщення обладнане системою опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжною вентиляцією для забезпечення оптимальних показників мікроклімату. Загальний контур заземлення будівлі виведений через розетку на кожне робоче місце з ПК.

Забороняється для оздоблення інтер'єру приміщень з ПК застосовувати полімерні матеріали (деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик тощо), що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. У приміщеннях, де розташовано монітори, потрібно виконувати заходи щодо боротьби зі статичним полем. Був використаний спосіб відповідно до рекомендацій, а саме підтримка відносної вологості повітря на рівні 50-60%, заземлення усіх приладів, а також використання для підлоги антистатичного ліноліуму.

Площа на одне робоче місце з ПК відповідно ГОСТ 12.2.032-78, ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» становить не менше ніж 6,0 м², а об'єм не менше ніж 20,0 м³. Відстань від робочого місця з ПК до стіни з вікном становить не менше ніж 1,5 м; від інших стін – на відстані 1 м, а відстань між столами – 1,5 м.

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища робоче місце з ПК відповідає наступним гігієнічним вимогам: екран та клавіатура розташовувані на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600...700 мм; висота робочої поверхні робочого столу є 800 мм; робочий стіл має простір для ніг заввишки не менше ніж 600 мм, завширшки не менше ніж 500 мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450 мм, на рівні простягнутої ноги - ніж 650 мм.

Для зменшення негативного впливу мобільного апарату необхідно: скоротити до мінімуму час розмови по телефону; обирати мобільний телефон з мінімальним значенням SAR (Specific Absorbtion Rate) – одиниця виміру питомої величини поглинання випромінювання організмом людини. Максимальне значення SAR у Європі складає 2 Вт/кг.

Розташування робочих місць з ПК у відділі технічної підтримки згідно ГОСТ зображено на рисунку А.1.

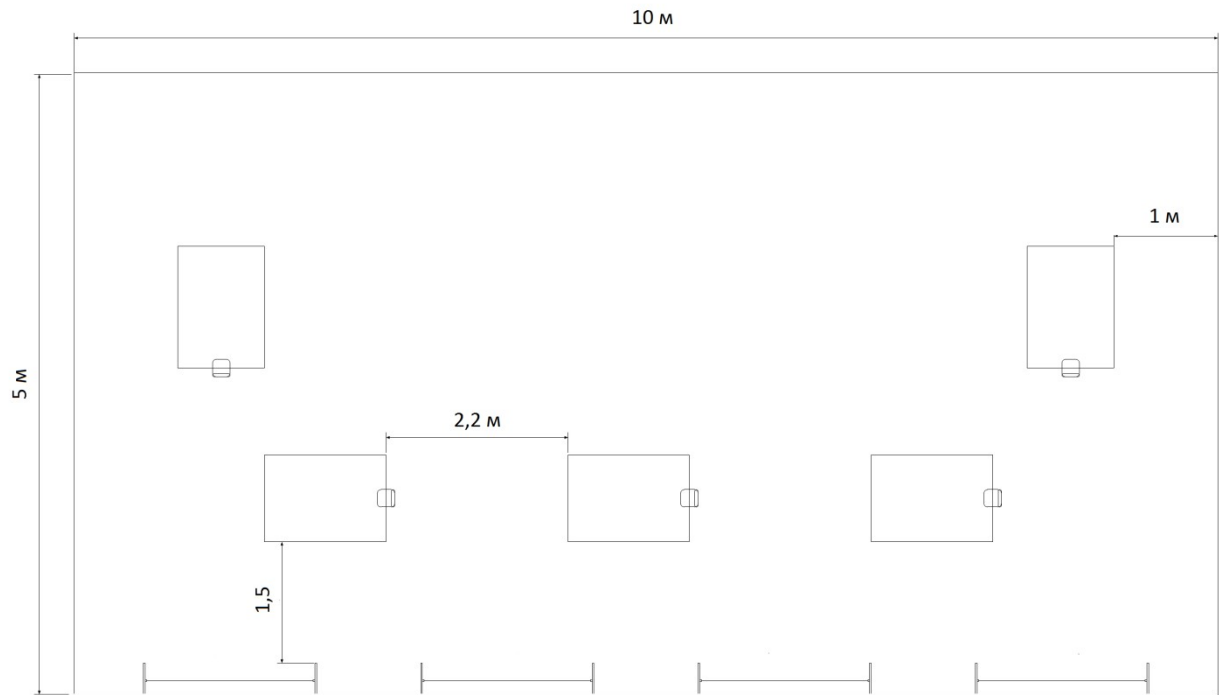


Рисунок А.1 - Облаштованість робочих місць із ПК відділу технічної підтримки

А.2.1 Мікроклімат робочого місця

У приміщенні відділу технічної підтримки є джерела тепловиділення, тому необхідно визначити необхідний умови його вентилявання.

Повітрообмін по теплу визначаємо по формулі:

$$L = \frac{Q_{над}}{c \times p (t_v - t_n)}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (\text{А.1})$$

де $Q_{над}$ - надлишкове виділення тепла в робочому приміщенні, ккал/год.;

c - теплоємність повітря (0,237 ккал/кг°C);

p - обсягова вага повітря (1,226 кг/ м³);

t_v - температура витяжного повітря (30°C);

t_n - температура приточного повітря (20°C).

Розрахуємо надлишкове надходження тепла за формулою:

$$Q_{\text{над}} = Q_{\text{уст}} + Q_{\text{пер}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{ср}},$$

(A.2)

де $Q_{\text{уст}}$ - виділення тепла від устаткування;

$Q_{\text{пер}}$ - виділення тепла робітниками;

$Q_{\text{осв}}$ - надходження тепла від електричного освітлення;

$Q_{\text{ср}}$ - надходження тепла від сонячної радіації через вікна.

Визначимо виділення тепла від устаткування за формулою:

$$Q_{\text{уст}} = P \times K_a \times K_b \times 860, \quad (\text{A.3})$$

$$\text{Де } P = (x_1 \cdot k_1) + (x_2 \cdot k_2) + (x_3 \cdot k_3) + (x_4 \cdot k_4), \quad (\text{A.4})$$

Де x_1, x_2, x_3, x_4 - кількість системних блоків, моніторів, принтерів, кондиціонерів відповідно;

k_1, k_2, k_3, k_4 - їх потужність

P - сумарна потужність устаткування, кВт/год;

K_a - коефіцієнт установленної потужності (0,95);

K_b - коефіцієнт одночасної роботи (1,0).

$$Q_{\text{уст}} = [(x_1 \cdot k_1) + (x_2 \cdot k_2) + (x_3 \cdot k_3) + (x_4 \cdot k_4)] \cdot K_a \cdot K_b \cdot 860 \text{ ккал/год}$$

Розрахуємо:

$$Q_{\text{уст}} = ((5 \cdot 0,5) + (5 \cdot 0,1) + (3 \cdot 0,6) + (1 \cdot 10)) \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 860 = 12092 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою формули:

$$Q_{\text{пер}} = n \times g \quad (\text{A.5})$$

де n - кількість працюючих;

g - кількість тепла, що виділяє один працівник за годину (100 ккал/год.)

Розрахуємо:

$$Q_{\text{пер}} = 5 \cdot 100 = 500 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо надходження тепла від електричного освітлення за формулою:

$$Q_{\text{осв}} = E_m \cdot g_1 \cdot S, \quad (\text{A.6})$$

де E_m - нормована освітленість для цієї зорової роботи
приймаємо рівним 400 лк;

g_1 - питоме тепловиділення на 1 м² підлоги при 1 лк освітленості (для люмінесцентних ламп - 0,05 ккал/год.).

S - площа приміщення, м².

Розрахуємо:

$$Q_{осв} = 400 * 0,05 * 50 = 1000 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо надходження тепла від сонячної радіації через вікна по формулі:

$$Q_{cp} = F \cdot g_2 \cdot K_{осл}, \quad (A.7)$$

де F - площа віконних прорізів (м²).

g_2 - кількість тепла, що надходить через 1 м² віконного прорізу
(65 ккал/год.).

$K_{осл}$ - коефіцієнт ослаблення, приймаємо - 0,4.

Розрахуємо:

$$Q_{cp} = 8 * 65 * 0,4 = 208 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо кількість надлишкового тепла:

$$Q_{над} = 12092 + 500 + 1000 + 208 = 13800 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо витрати повітря в приміщенні:

$$L = 13800 / (0,237 * 1,226) * (30 - 20) = 4749,42 \text{ м}^3/\text{год}$$

Існуюча в наявності система кондиціонування і вентилявання має продуктивність 5000 м³/год, що задовольняє необхідним нормативам.

Параметри мікроклімату на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Відповідно доданих санітарних норм температура повітря, швидкість руху повітря і відносна вологість у холодні періоди року повинна складати 21-23 градуса по Цельсію, 0,1 метра в секунду і 40-60 % відповідно. У теплі періоди року температура повітря повинна складати 22-24 градусів Цельсія, рухливість

повітря 0,2 метра за секунду, вологість 40-60 %. Вище зазначені норми цілком відповідають фактичним даним приміщення відділу технічної підтримки .

А.2.2 Розрахунок заземлення загального контуру заземлення будівлі, який повинен бути виведений через розетку на кожне робоче місце з ПК.

Для захисту від пробією напруги на ПК необхідно зробити розрахунок захисного заземлення, припустиме заземлення для устаткування з напругою до 1000 В не повинне перевищувати 4 Ом.

Визначимо розрахунковий опір ґрунту по формулі:

$$R_{\text{роз}} = R_{\text{зм}} \cdot \Phi ,$$

де $R_{\text{зм}}$ - опір ґрунту, $R_{\text{зм}} = 100 \text{ Ом}$;

Φ - кліматичний коефіцієнт, $\Phi = 1,5$

$$R_{\text{роз}} = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ Ом}.$$

Визначимо опір одного заземлювача по формулі:

$$R_0 = \frac{R_{\text{роз}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot H + 1}{4 \cdot H - 1} \right) ,$$

де l - довжина заземлювача, $l = 3 \text{ м}$;

d - діаметр заземлювача, $d = 0,12 \text{ м}$;

H - відстань від поверхні до середини заземлювача, $H = 1.5 \text{ м}$.

$$R_0 = (150 / 2 \cdot 3,14 \cdot 3) \cdot (\ln (6 / 0,12) + 1/2 \cdot \ln (7/5)) = 32,39 \text{ Ом}.$$

Визначимо кількість паралельно з'єднаних заземлювачів:

$$n = R_0 / R_{\text{дод}} \cdot \eta ,$$

де η - коефіцієнт використання групового заземлювача, $\eta = 0,5$.

$$n = 32,39 / 4 \cdot 0,55 = 1 \text{ А}.$$

Визначимо довжину горизонтальної сполучної смуги по формулі:

$$l_1 = a \cdot (n - 1),$$

де a - відстань між заземлювачами, $a=4-7$ м.

$$l_1=6*(15-1)=84 \text{ м.}$$

Визначимо опір сполучної смуги по формулі:

$$R_{cm} = (R_{роз}/2 \cdot \pi \cdot l_1) \cdot \ln \frac{l_1^2}{d_1 \cdot h} \text{ Ом.}$$

$$R_{cm} = (150/(2*3,14*84)) * \ln (7056/0,06*0,8) = 3,26 \text{ Ом.}$$

Де d_1 - товщина смуги (0,06 м);

η_{cm} - коефіцієнт використання смуги (0,8);

Підставимо отримані значення й результуючий опір заземлюючого пристрою:

$$R = \frac{R_0 \cdot R_{cm}}{R_0 \cdot \eta_{cm} + R_{cm} \cdot n \cdot \eta},$$

де η_{cm} - коефіцієнт використання смуги, $\eta_{cm}=0,8$.

$$R = (32,39*3,26)/((32,39*0,8)+(3,93*15*0,8)) = 1,45 \text{ Ом.}$$

Опір 1,45 Ом цілком припустимо.

А.3 Пожежна безпека

Найважливішою умовою роботи будь-якого підприємства є дотримання правил пожежної охорони. У приміщенні відділу основні міри для забезпечення пожежної безпеки визначає Інструкція про заходи пожежної безпеки для службових приміщень. Вона є обов'язковою для виконання всіма співробітниками. В інструкції про засоби пожежної безпеки для службових приміщень забороняється:

- улаштовувати тимчасові електромережі, застосовувати саморобні плавкі вставки в запобіжниках, прокладати електричні проводи безпосередньо по пальній основі, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками

(розсіювачами), використовувати саморобні подовжувачі, що не відповідають вимогам Правил пристрою електроустановок;

- пристосовувати вимикачі, штепсельні розетки для підвішування одягу й інших предметів, обгортати електролампи і світильники, заклеювати ділянки електромережі пальною тканиною, папером;

- використовувати побутові електрокип'ятильники, чайники без непальних підставок, залишати без нагляду включеними в електромережу кондиціонери, комп'ютери, рахункові і друкарські машинки і т.п.;

- захищати підступи до засобів пожежогасіння, використовувати пожежні крани, рукави і пожежний інвентар не по призначенню;

- зберігати документи, різні матеріали, предмети й інвентар у шафах (нішах) інженерних комунікацій;

- палити (крім спеціально відведених для цього адміністрацією місць, позначених написом «Місце для паління» і забезпечених урною чи попільницею з непального матеріалу), проводити зварювальні й інші вогневі роботи без оформлення відповідного дозволу, застосовувати легкозаймисті рідини.

Первинні засоби пожежогасіння (зокрема вогнегасники) призначені для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку силами персоналу об'єкта до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони. Визначення видів та кількості вогнегасників слід проводити з врахуванням фізико-хімічних та пожежонебезпечних властивостей горючих речовин, площ і категорії виробничих приміщень за вибухопожежною небезпекою, а також класу можливої пожежі.

В даному випадку виробниче приміщення, де розташовані комп'ютери займає площу 50 м². Категорія приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою – В, оскільки в ньому знаходяться тверді горючі матеріали (папір, меблі, тощо). Клас можливої пожежі – А. Згідно даних це приміщення, з огляду на мінімальне псування комп'ютерної техніки під час гасіння пожежі бажано оснастити двома вуглекислотними вогнегасниками типу ВВ – А.

А.4 Безпека при надзвичайних ситуаціях

Об'єктом розгляду на предмет визначення надзвичайних небезпек та їх наслідків є електрообладнання. Однією із вірогідних загроз може бути раптове виникнення пожежу внаслідок короткого замикання в електромережах або розрядів статистичної електрики, що може привести до пошкодження і руйнування будівлі, устаткування, комунікацій, виділення токсичних продуктів горіння.

Корпус обладнаний мережею протипожежного водо забезпечення, установками виявлення та гасіння пожеж відповідно вимогам нормативно-технічних документів. Кожний працівник повинен чітко знати та виконувати вимоги ППБ та протиаварійний режим на об'єкті, уміти користуватися наявними вогнегасниками, іншими первинними засобами пожежогасіння і знати місце їхнього перебування.

Меблі й устаткування розташовані таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (шириною не менше 1 м). Евакуаційні шляхи і виходи необхідно постійно держатися вільними, нічим не захащовані. Засоби протипожежного захисту в приміщеннях тримаються у справному стані.

У випадку виявлення пожежі слід: негайно повідомити державну пожежну охорону за телефоном «101», вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, своє прізвище; повідомити про пожежу керівництву, а в нічний час черговому охоронцю; у разі можливості почати гасіння пожежі наявними засобами, організувати зустріч пожежних підрозділів.

При виникненні пожежі у початковій стадії його розвитку випромінюється тепло, накопичуються токсичні продукти згоряння, імовірні руйнування будівельних споруд. Тому слід як можна швидше провести евакуацію людей із палаючої будівлі. Показником ефективності евакуації є час, протягом якого працівники можуть при необхідності залишити окремі

приміщення і будівлю в цілому. Безпека евакуації досягається тоді, коли час евакуації не перевищує час настання критичної фази розвитку пожежі, тобто часу від початку пожежі до досягнення граничних для людини впливів факторі пожежі (критичних температур, ступені задимлення, зниження концентрації кисню и т.п.). Число евакуаційних виходів у будівлі - два. Вони розташовувані розосереджено. Мінімальна відстань l між найбільш віддаленими один від одного евакуаційними виходами із приміщення визначається за формулою:

$$l = 1,5\sqrt{P} = 1,5\sqrt{30} = 5,47,$$

де P – периметр приміщення, м.

Двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу із будівлі (приміщення). У кожному приміщенні на видному місці є вивішений план евакуації при пожежі. При пожежі обов'язково необхідно враховувати небезпечні чинники і механізм їх дії на людину. При виникненні пожежі, після виклику пожежної охорони, необхідно попередити про це усіх, хто знаходиться поруч, після чого евакуюватися самому і по можливості допомогти евакуюватися іншим, особливо особам літнього віку і дітям, попереджаючи при цьому виникнення паніки. З метою обмеження циркуляції повітря, яке здатне збільшувати швидкість горіння, покидаючи приміщення, закрийте за собою усі двері, якщо це можливо. Якщо пожежа виникла в приміщенні над вами і безпосередньої загрози для вас не спостерігається, то бажано виконати заходи по зниженню можливих втрат від води яку проливають при гасінні пожежі. Для цього необхідно відключити всі електроприводи та прикрити їх поліетиленовою плівкою. Значно гірше, якщо пожежа виникла в приміщенні під вами – потрібно оцінити обстановку и якщо є впевненість, що ще не має сильної задимленості з високою температурою, потрібно негайно покинути приміщення, рухаючись до виходу по коридорам і сходовим кліткам. Користуватися ліфтом категорично забороняється, за винятком ліфтів, які спеціально призначені для транспортування пожежної охорони. Шахта ліфта є

шляхом для поширення диму і отруйних продуктів горіння, до того ж при пожежі ліфт часто відключають і можна опинитися в пастці при пожежі.

Якщо людина знаходиться в приміщенні де немає пожежі, но відрізана вогнем, димом, високою температурою від головних шляхів евакуації, то в першу чергу необхідно заважити доступу диму и продуктів горіння в це приміщення. Для чого необхідно негайно закрити усі щілини у дверях та під ними змоченими водою ганчірками, рушниками, робочими халатами та інш.

Якщо приміщення все ж заповнено димом, необхідно підповзти до вікна, закрити при цьому рот та ніс змоченою тканиною, яка грає роль фільтру та в певної мірі захищає від продуктів горіння.

Рухатись у задимленій зоні поповзом або максимально пригнувшись, необхідно тому що більшість нагрітих газоподібних отруйних речовин та дим збираються у верхній зоні приміщення, окрім цього, в приміщенні при горінні температура на рівні очей людини у 6 разів вище за температуру на рівні полу, до того ж внизу завжди зберігається більша концентрація кисню. Коли ви опинились біля вікна трохи відкрийте його та дихайте через щілину, очікуючи прибуття пожежників. При їх прибутті негайно звернути на себе увагу. Ніколи не можна стрибати через вікно без відомої на це необхідності (кожний другий стрибок з 4-г поверху при пожежі смертельний).

Додаток Б – План підприємства

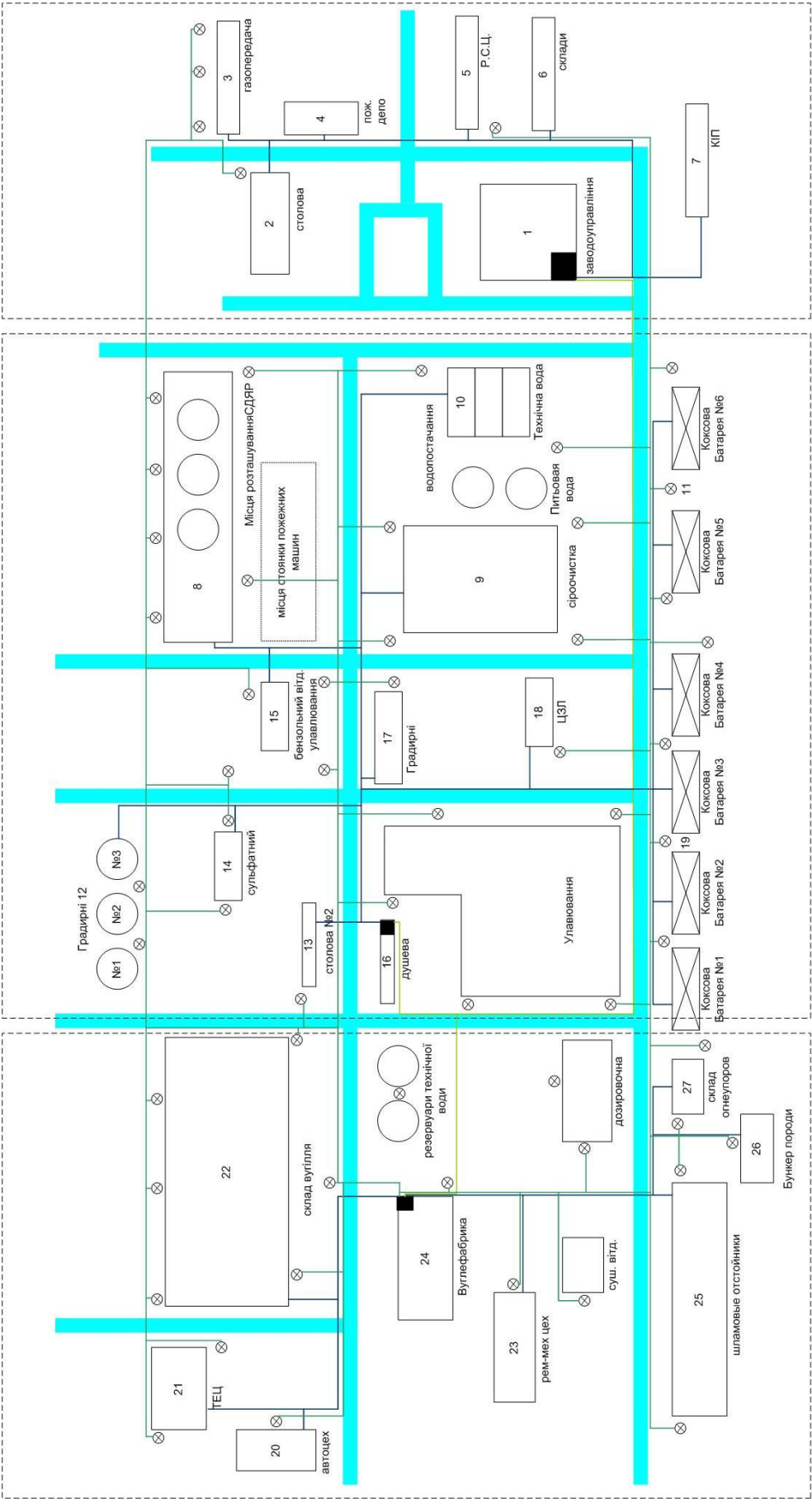


Рисунок Б.1 – План підприємства

Додаток В – Специфікація обладнання

Таблиця В.1 – Специфікація обладнання

Найменування	Кількість одиниць	Примітки
Активне устаткування		
Planet MGSW-004-12F	1	Комутатор рівня розподілу
Planet WGS3-5220	11	Комутатори рівня доступу
Cisco 3845	1	Кореневий маршрутизатор ядра
PLANET FT-802	6	Медіаконвертер
Пасивне устаткування		
FB-8R/NMA	5500	Оптоволоконний кабель
AMP-57535-5e	12000	Мідна нескранована кручена пара
AMP patch-panel 5e, 24-port	100	Патч-панель для крученої пари на стороні комутаційних вузлів
AMP patch-panel, optic, 24-port	1	Патч-панель для оптоволоконного кабеля на стороні комутаційного центра
Коробка монтажна для оптоволокна	11	Коробка монтажна для оптоволокна на віддалених площадках
Krone, plint	80	Плінт для розведення телефонного кабелю на станційній стороні
Keystone cat 5e AMP	900	Модуль комутаційний RJ-45, універсальний для розеток типу Keystone
duplex MM, 62.5/125, MTRJ-SC (AMP)	30	Патч-корд оптоволоконний
патч-кабелі AMP, 0.5 метра	1197	Мідний патч-корд для кроссування патч-панелей і комутаційного устаткування
патч-кабелі AMP, 2 метри	445	Мідний патч-корд для підключення абонентських пристроїв
Шафа комутаційна 57 Unit	1	Шафа для розміщення кореневого комутаційного устаткування
Шафа комутаційна 9 Unit	31	Шафа для розміщення проміжного комутаційного устаткування

Додаток Д – Схема горизонтальної підсистеми СКС

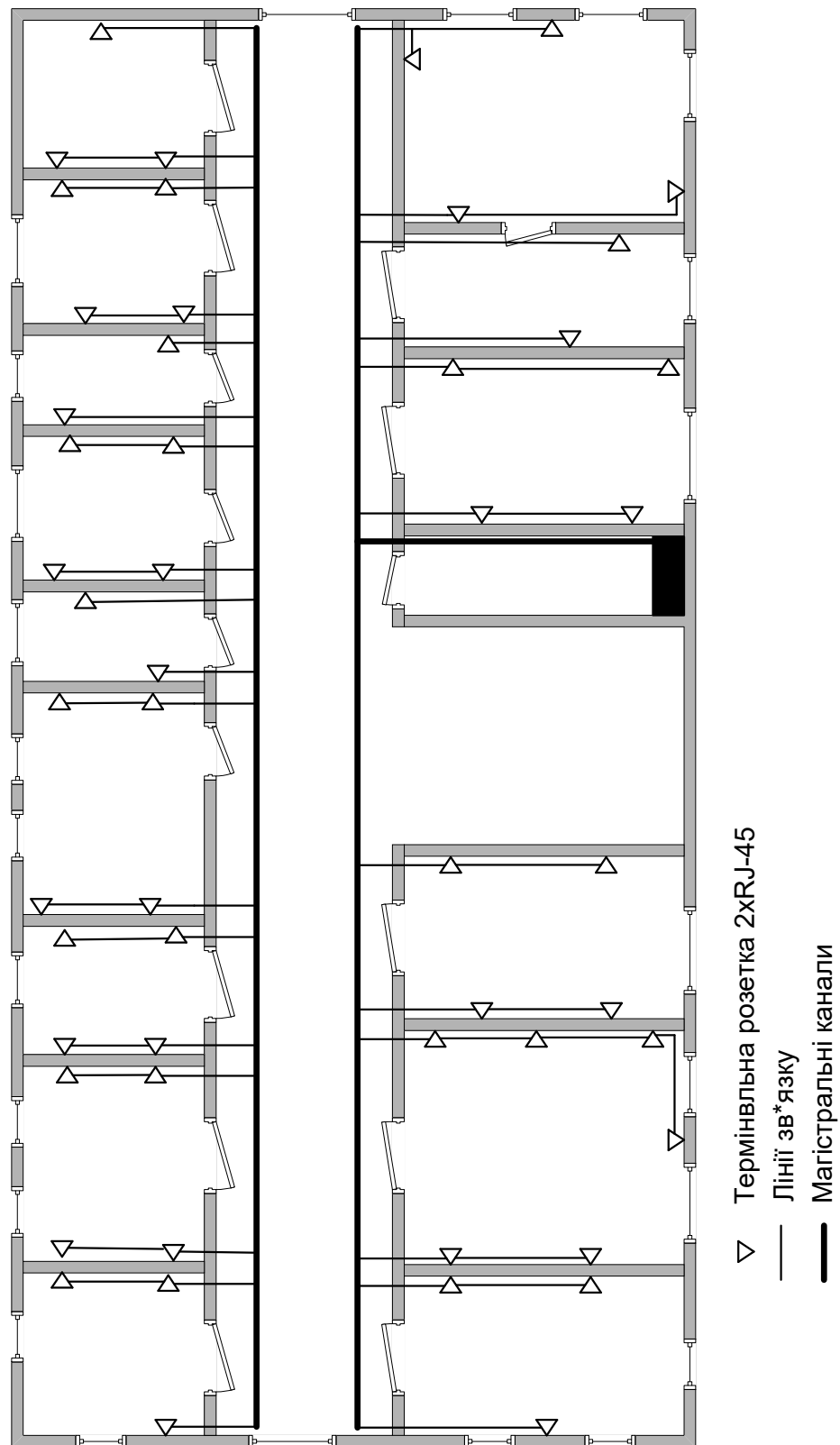


Рисунок Д.1 – Горизонтальна підсистема СКС

Додаток Є – Схема вертикальної підсистеми СКС

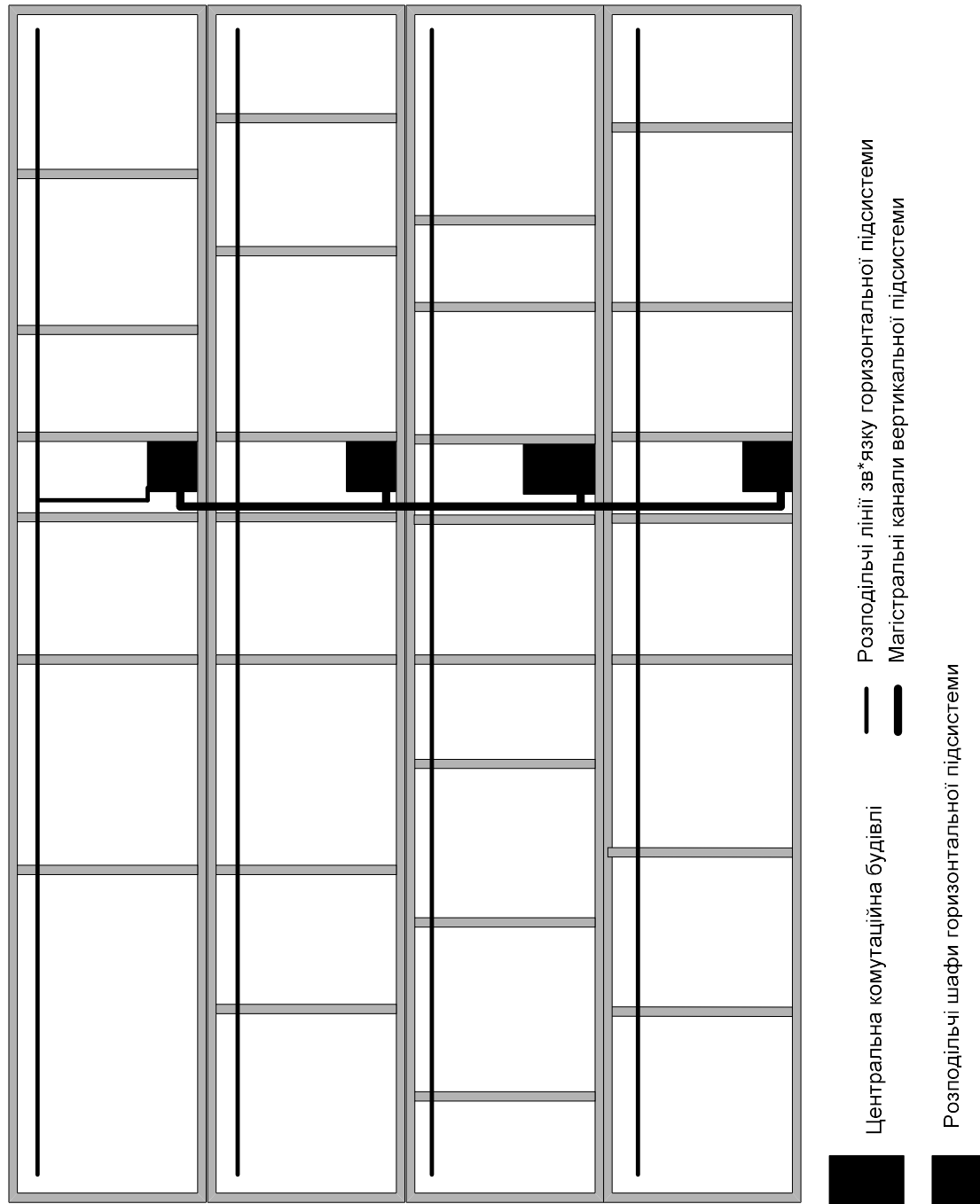


Рисунок Є.1 – Вертикальна підсистема СКС