

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра комп'ютерної інженерії



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Дослідження показників навантаження
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)
мереж доступу і автоматизація їх розрахунків

Здобувача Кечко В.Г.
(прізвище, ініціали)

2 курсу 561 а групи

Керівники: д.т.н., проф. Артеменко С.В.
(посада, прізвище та ініціали)
ст. викл. Сіренко О.І.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: _____
(посада, прізвище та ініціали)
д.е.н., проф. Барсюкіна Н. Й.
посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 30. 11 2023 р., протокол № 3

Завідувач кафедри комп. інженерії _____ Сергій АРТЕМЕНКО
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту
Кафедра комп'ютерної інженерії
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма Комп'ютерні системи та мережі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії
Сергій АРТЕМЕНКО
« 30 » листопада 2022 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Кечко Вячеслава Геннадійовича

- Тема роботи Дослідження показників навантаження мереж доступу і автоматизація їх розрахунків
- Затверджена наказом університету від « 30 » листопада 2022 р., наказ № 884-03
- Термін здачі здобувачем закінченої роботи 25 листопада 2023 р.
- Вихідні дані роботи
 - Методи визначення показників навантаження мереж доступу
 - Технології побудови мереж доступу.
 - Методи розрахунку параметрів та характеристик мереж доступу.
- Перелік питань, які потрібно розробити
 - Вступ.
 - Аналіз концепції мультисервісних мереж та мереж доступу.
 - Методика розрахунку показників навантаження мереж доступу.
 - Реалізація автоматизованої процедури розрахунку навантаження мереж доступу
 - Економічні розрахунки.
 - Охорона праці.
 - Загальні висновки.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 - Слайд 1-4. Інтерактивна презентація (мета, об'єкт, предмет дослідження, постановка задачі.
 - Слайд 5-7. Вихідні данні для розрахунків, методи розрахунку показників навантаження мережі.
 - Слайд 8-16. Результати розрахунків характеристик мережі.
 - Слайд 17-26. Інтерфейси автоматизованої системи розрахунків показників навантаження мережі.
 - Слайд 26. Висновки.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економіка</i>	<i>Барсюкіна Н. Й., д.е.н., проф.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>Ненов О. Л., к.т.н., ст. викл.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Сіренко О. І., ст. викл.</i>		

7. Дата видачі завдання 30.11.2022

Керівники

Олександр СІРЕНКО

Сергій АРТЕМЕНКО

Завдання прийняв до виконання

Вячеслав КЕЧКО

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Дослідження об'єкту.</i>	<i>05.01.2023</i>	
2.	<i>Дослідження технології.</i>	<i>05.03.2023</i>	
3.	<i>Постановка завдання. Визначення вихідних даних.</i>	<i>07.03.2023</i>	
4.	<i>Розрахунок показників навантаження мережі</i>	<i>07.03.2023</i>	
5.	<i>Розробка автоматизованої процедури розрахунку показників навантаження</i>	<i>25.06.2023</i>	
6.	<i>Підготовка техніко-економічної частини</i>	<i>29.06.2023</i>	
7.	<i>Підготовка розділу охорони праці</i>	<i>07.07.2023</i>	
8.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>30.07.2023</i>	
9.	<i>Оформлення графічної частини та лістингу</i>	<i>30.07.2023</i>	
10.			

Здобувач-дипломник

Вячеслав КЕЧКО

Керівники роботи

Олександр СІРЕНКО

Сергій АРТЕМЕНКО

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник

Вячеслав КЕЧКО

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота присвячена дослідженню процесу проектування мереж доступу та розрахунку показників навантаження мережі.

Основні завдання, вирішення яких веде до досягнення поставленої мети, належать: Формування технічного завдання на проектування мережі доступу. Аналіз концепції мереж доступу, структура і функції мереж доступу. Проаналізовано методику розрахунку показників навантаження мереж доступу. Описані основні поняття та визначення. Проаналізовано процес розрахунку інтенсивності навантаження локального сегменту мережі доступу, розрахунок пропускної спроможності локального сегменту мережі доступу. Наведено приклади розрахунку навантаження в мережі доступу із використанням проаналізованої та обраної методики. Отримані результати сформовано в таблиці. Розрахунок сумарної інтенсивності питомого навантаження локального сегменту лінії доступу. Розрахунок пропускної спроможності лінії доступу локального сегменту. Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускної спроможності транспортного сегменту мережі доступу. Оцінка пропускної спроможності вузлів доступу.

У розділі Реалізація автоматизованої системи розрахунку показників навантаження мереж доступу наведено Опис роботи програмного забезпечення; Опис інтерфейсу користувача; Опис системи для розробника; Технології реалізації автоматизованої системи.

Також виконано економічний розрахунок та розглянуто питання охорони праці.

Ключові слова: мережа доступу, навантаження.

ABSTRACT

The thesis is devoted to the study of the design process of access networks and the calculation of network load indicators.

The main tasks, the solution of which leads to the achievement of the set goal, include: Formation of the technical task for the design of the access network. Analysis of the concept of access networks, the structure and functions of access networks. The method of calculating load indicators of access networks is analyzed. Basic concepts and definitions are described. The process of calculating the load intensity of the local segment of the access network, calculating the bandwidth of the local segment of the access network is analyzed. Examples of load calculation in the access network using the analyzed and selected methodology are given. The obtained results are presented in a table. Calculation of the total intensity of the specific load of the local segment of the access line. Calculation of the bandwidth of the access line of the local segment. Calculation of load intensity and throughput of the transport segment of the access network. Evaluation of the bandwidth of access nodes.

In the section Implementation of an automated system for calculating access network load indicators, a description of the software is provided; Description of the user interface; Description of the system for the developer; Technologies for implementing an automated system.

An economic calculation was also performed and the issue of labor protection was considered.

Keywords: access network, load.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ ТА МЕРЕЖ ДОСТУПУ	10
1.1 Розвиток інфокомунікаційних послуг у телекомунікаційних мережах.....	10
1.2 Аналіз концепції мультисервісних мереж доступу	14
1.3 Концепція мереж доступу до мультисервісних мереж	19
Висновок до першого розділу.....	27
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ НАВАНТАЖЕННЯ МЕРЕЖ ДОСТУПУ	28
2.1 Основні поняття та визначення.	28
2.2 Розрахунок інтенсивності навантаження локального сегменту МД..	29
2.3 Розрахунок пропускної спроможності локального сегменту МД.....	32
Висновок до другого розділу.....	49
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ НАВАНТАЖЕННЯ МЕРЕЖ ДОСТУПУ	50
3.1 Опис роботи програмного забезпечення	50
3.2 Опис інтерфейсу користувача	54
3.3 Опис системи для розробника	57
Висновок до третього розділу.....	62
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЕКТУ	63
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	85
ВИСНОВКИ.....	100
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	101
ДОДАТКИ.....	105

					КРМ.КІ. 1.884-03.2.7			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Дослідження показників навантаження мереж доступу і автоматизація їх розрахунків</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Розробив		Вячеслав КЕЧКО						
Перевірів		Олександр СІРЕНКО						
Рецензент								
Нормоконтроль								
Затвердив		Сергій АРТЕМЕНКО			ар. 561, ОНТУ			

ВСТУП

Найбільш перспективним рішенням проблеми задоволення зростаючих потреб користувачів у засобах доставки різноманітної інформації є концепція мультисервісних мереж (МсМ). Проблеми створення таких мереж широко обговорюються на міжнародних та національних конференціях, присвячених актуальним питанням удосконалення інформаційної інфраструктури суспільства. Практично у всіх економічно розвинених країнах розробляються національні варіанти концепції і створюються дослідні ділянки МсМ. Різним аспектам проектування і створення МсМ присвячені роботи Соколова Н.А., Бакланова І.Г., Гольдштейна Б.С., Кривуци В.Г., Беркман Л.Н., та інших вчених.

Специфіка МсМ; їх територіальний розподіл, що призводить до суттєвих запізнювань в одержанні службової інформації; дискретність; різномасштабність; стохастичність процесів, які в ній протікають; багаторівнева ієрархічна структура мережі та інші фактори не дозволяють використовувати методи проектування, які розроблені в класичній теорії телетрафіку. Одночасно з цим вирішується задача модернізації існуючих абонентських мереж і створення на їх базі мережі доступу до мультисервісних мереж. Причому мережі доступу до мультисервісних мереж мають деякі відмінності від загальної концепції мереж доступу, особливо важливими для даного дослідження є відмінності в структурі мережі і наявність тяжіння, як між вузлами, так і між кожною парою користувач - мережа.

Хоча МсМ є наступниками цифрових телефонних мереж і мереж передачі даних, для яких виконано великий обсяг досліджень, присвячених різним аспектам навантаження цих мереж, це не дозволяє вважати задачу оцінки параметрів навантаження МсМ вирішеною, що пояснюється якісною новизною таких мереж як об'єкта дослідження. Все це разом узятє не дає можливості використовувати безпосередньо теоретичні та практичні результати, отримані для мереж, що існували до початку 21 століття.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

В дипломному проекті запропоновано реалізувати забезпечення якості обслуговування користувачів шляхом застосування методу розвантаження перевантаженого вузла при проектуванні мультисервісної мережі.

Тематика дослідження тісно пов'язана з основними напрямками розвитку телекомунікацій, зокрема, забезпечує вирішення першочергової задачі реалізації принципів діяльності у сфері телекомунікацій, зазначених у статті 6 Закону України «Про телекомунікації» [1], задач, цілей і напрямів розвитку інформаційного суспільства в Україні, зазначених у Законі України «Про основні принципи розвитку інформаційного суспільства в Україні» [2], а також вирішення питань, доручених Всесвітньою конференцією з розвитку електрозв'язку дослідним комісіям Міжнародного союзу електрозв'язку МСЕ-D, зокрема, питання 26/2 «Перехід від існуючих мереж до мереж наступних поколінь для країн, що розвиваються: технічні, регуляторні та політичні аспекти», що вирішується 2-й Дослідницької комісією МСЕ-D, впровадження технологій, над якими працює Європейський інститут по стандартизації в галузі телекомунікацій *European Telecommunications Standards Institute (ETSI)*, зокрема, *ETSI TISPAN (Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking)* [3] – ключовий стандартизаційний орган створення специфікацій для мереж наступного покоління *NGN*.

Актуальність теми дослідження обґрунтована ще й тим, що розробка методів проектування мереж доступу (МД) до мультисервісних мереж в даний час набула особливої важливості, оскільки саме ділянка доступу є тим сегментом мережі, який гальмує впровадження широкосмугових високоякісних послуг, за рахунок яких оператор може мати значний дохід. Необхідність створення мереж доступу вказана в документах міжнародного союзу електрозв'язку як одна з найважливіших задач 21 століття, а перспективи їх розвитку широко обговорюються на наукових конференціях і семінарах. Різні аспекти побудови мереж доступу висвітлені в роботах Соколова Н.А., Гольдштейна Б.С., Бакланова І.Г., Крендзеля А.В., Хиленко В.В., Михайлова В.Ф., Балашова В.А. Бірюкова М.Л. та інших.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Об'єктом дослідження є мережа доступу як сегмент мультисервісної мережі.

Предметом – методи розрахунків параметрів мереж доступу, зокрема розрахунок навантаження.

Метою роботи є дослідження показників навантаження в мережах доступу.

До основних завдань, вирішення яких веде до досягнення поставленої мети, належать:

1. Аналіз концепції мультисервісних мереж та мереж доступу, як їх сегменту.
2. Аналіз методів розрахунку навантаження мереж доступу.
3. Формування вихідних даних до проектування мережі доступу. Формування вимог до мережі та мережного обладнання.
4. Побудова структурної та функціональної схем мережі доступу.
5. Автоматизація процесу розрахунку навантаження мережі доступу.

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ ТА МЕРЕЖ ДОСТУПУ

1.1 Розвиток інфокомунікаційних послуг у телекомунікаційних мережах

Одним з найважливіших параметрів, що змінюються в процесі розвитку інфокомунікацій, є інфокомунікаційні послуги (ІКП). В основі функціонування галузі інфокомунікацій покладено функціонування телекомунікаційних технологій, протоколи передачі інформації, зміна яких впливають зі зміни спектру ІКП.

При класифікації інфокомунікаційних послуг використовується зручний підхід, що полягає в поділі їх на дві групи - основні і додаткові (рисунок 1.1).

Послуги, що з'явилися на зорі розвитку телекомунікацій, залишаються затребуваними, з тими чи іншими змінами, і до цього дня. До цих послуг слід віднести, в першу чергу, телефонний зв'язок (надання каналу тональної частоти між кінцевими пристроями на час життя виклику), радіозв'язок і передачу даних. З часом ці послуги доповнилися передачею рухомого зображення. Перераховані послуги утворили базовий набір, який успішно пройшов природний відбір.

Револьюційної віхою в розвитку телекомунікацій стали успіхи в області цифрової техніки. З її появою і розвитком істотно змінилася структура трафіку в сторону збільшення частки передачі даних. Крім того, зросла частка цифрового комутаційного устаткування, що дозволяє надавати значно ширший спектр послуг.

Інтеграція техніки реалізується при створенні інтегральної цифрової мережі зв'язку (ІЦМЗ) (*Integrated Digital Network, IDN*), в якій всі з'єднання встановлюються за допомогою ЦСК, а всі сигнали передаються каналами ЦСП.

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Створення інтегральної цифрової мережі зв'язку відбувається за три етапи:

- заміна аналогових на цифрові систем передачі;
- заміна аналогових телефонних станцій на цифрові системи комутації;
- перехід на цифрові лінії зв'язку, а потім організація інтегральних ліній доступу.

Створення цифрових ліній доступу дасть змогу здійснити модернізацію абонентської мережі та створення на її базі мережі доступу. Модернізована мережа доступу, в свою чергу, дасть змогу реалізувати інтеграцію служб, що забезпечить надання користувачам всього спектру ІКП.

Саме з розвитком цифрової техніки з'явилася ідея об'єднання способів надання послуг - концепція цифрової мережі інтегрального обслуговування (*Integrated Services Digital Network - ISDN*).

Концепція *ISDN*, визначена рекомендаціями *ITU* серії *I*, передбачає:

- стандартизацію надаються абонентам послуг для забезпечення їх сумісності при міжнародному зв'язку;
- стандартизацію інтерфейсу між користувачем послуги та мережею для забезпечення взаємозамінності термінального обладнання;
- стандартизацію властивостей і можливостей мережі зв'язку.

ISDN являє собою мережу, яка передбачає наскрізні цифрові з'єднання між кінцевими пристроями та забезпечує надання користувачам широкого спектра мовних і немовних послуг, доступних їм через обмежений набір стандартизованих інтерфейсів.

Доведення цифрового інтерфейсу до абонента ТмЗК дозволила в рамках концепції *ISDN* інтегрувати різні послуги: передачу мови; передачу тексту; передачу даних; передачу зображень; передачу відео.

Доступ користувача до послуг забезпечується через єдиний уніфікований інтерфейс, розташований в приміщенні користувача.

В *ISDN* цифровий доступ організовується з використанням на абонентському ділянці вже існуючих мідних фізичних пар. Концепцію *ISDN*

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

можна розглядати як кінцевий етап діджиталізації ТмЗК. Мережа *ISDN* - є накладеної мережею по відношенню до ТмЗК.

Послуги *ISDN* специфікується формальним чином:

– стадія 1 опису дає незалежне від конкретної реалізації подання послуги з точки зору користувача за допомогою атрибутів. Атрибут є специфічною характеристикою послуги;

– стадія 2 визначає функціональність, необхідну від мережі і від термінального устаткування;

– стадія 3 задає протокол та формати даних, необхідні для реалізації послуги.

2. Поділення ІКП на різні види проілюстровано на рисунку 1.1.

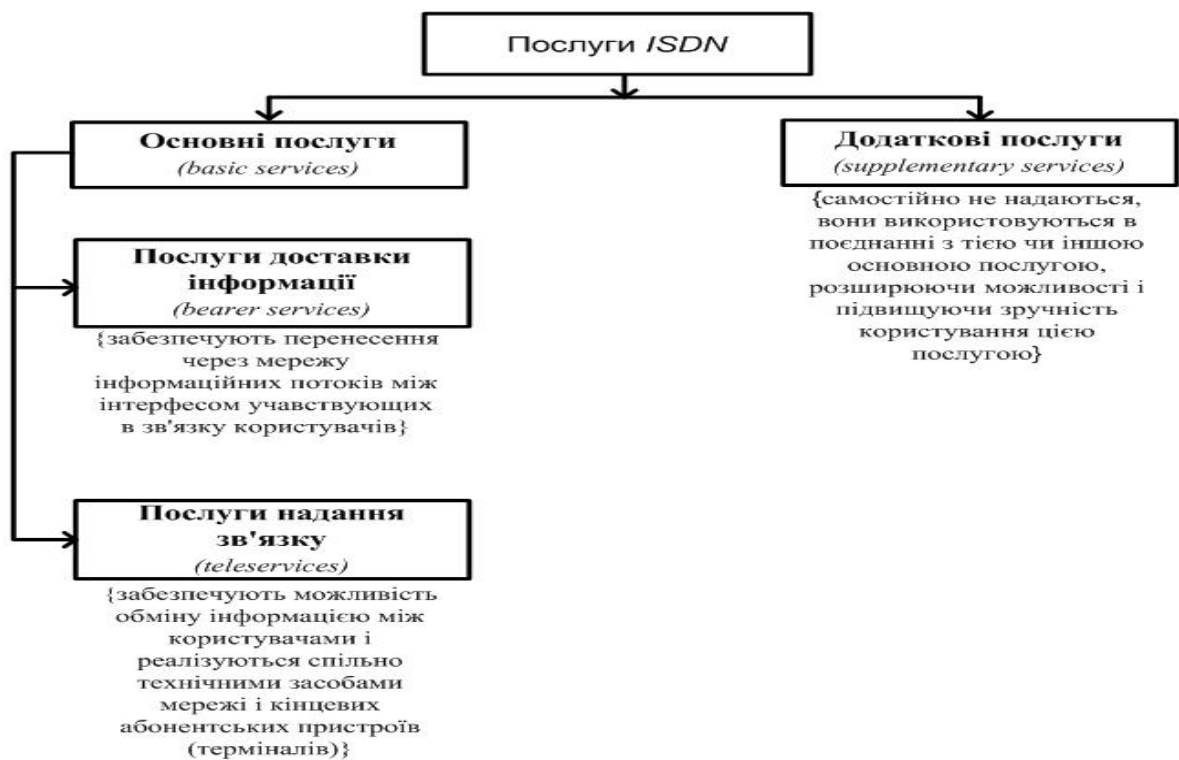


Рис. 1.1 – Послуги ISDN

Послуги доставки інформації неодмінно супроводжують послуги надання зв'язку, забезпечуючи створення в мережі певних умов для обміну інформацією, однак вони можуть мати і самостійне значення, коли користувач

не інформує мережу про потрібний йому вигляд зв'язку, а лише запитує з'єднання з потрібними характеристиками. Якщо, наприклад, у розпорядженні користувача є адаптер, узгоджений з інтерфейсом *ISDN* і забезпечує введення в канал зв'язку відразу декількох різних цифрових потоків з відносно невеликими швидкостями, то для організації зв'язку з іншим користувачем, що має такий же адаптер, потрібно послуга доставки інформації.

Додаткові послуги самостійно не надаються, вони використовуються в поєднанні з тією чи іншою основною послугою, розширюючи можливості і підвищуючи зручності користування цією послугою.

Всі послуги *ISDN* можуть бути детально специфіковані за допомогою так званих атрибутів. Такий метод отримав назву статичного опису послуги. Існує, також, і динамічний метод опису послуги. За допомогою атрибутів користувач *ISDN* інформує мережу про характер необхідної йому послуги. Використовуючи модель взаємодії відкритих систем, *ITU* рекомендує виділяти атрибути нижніх (перший - третій) і верхніх (четвертий - сьомий) рівнів.

Проте мережа *ISDN* не отримала широкого розвитку за деякими об'єктивних і суб'єктивних причин. *ISDN* не влаштувала користувачів по співвідношенню ціна / якість. Для переходу на *ISDN* необхідно було повністю поміняти аналогові термінали на термінали *ISDN*. Послуги *ISDN* повною мірою можна використовувати лише при тотальній діджиталізації - при взаємодії аналогового і цифрового абонентів спектр послуг різко звужувалося. Швидкості теж перестали задовольняти користувачів - в базовому доступі 128 кбіт / с було занадто багато для простої телефонного зв'язку і занадто мало для організації, припустимо, відеоконференцій.

Ще одним важливим моментом у розвитку способів надання послуг була ідея поділу функцій розподілу інформації і надання послуг. Дана концепція отримала назву *Intelligent Network (IN)*. Поділ функцій в межах основних елементів системи електрозв'язку може розглядатися як періодично повторюваний процес. Прикладом може служити поділ функцій передачі повідомлень системи сигналізації та корисної інформації, який привів до

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

формування концепції системи загально каналної сигналізації. Передбачалися такі переваги даного способу організації сервісів:

- спрощення апаратно-програмних засобів комутаційних станцій, що підвищує їх надійність і знижує вартість;
- можливість більш детальної стандартизації (на міжнародному та національному рівнях) основних аспектів побудови і функціонування комутаційного обладнання;
- відсутність залежності між переліком надаються абонентам додаткових послуг і «інтелектом».

Однак на сьогоднішній день ясно, що ідея інтелектуальної мережі не отримала широкого розвитку. З усього набору послуг, представленого в *CSI* (*capability set 1* - набір послуг, реалізований на першій стадії побудови інтелектуальної мережі), використовується фактично лише *FreePhone*. Одним з істотних недоліків *IN* є нездатність підтримувати мультимедійні послуги.

Таким чином, неважко бачити невідповідність між реально наданими послугами та потребами користувача (по крайній мірі, у фіксованих мережах). В останні п'ятнадцять років спостерігається явна диверсифікація послуг - на стику телекомунікацій та інформаційних технологій виник новий вид - інфокомунікацій, який, мабуть, успішно пройде природний відбір.

1.2 Аналіз концепції мультисервісних мереж доступу

Поява нових мережних технологій призвела до появи нових послуг, що забезпечують передачу різнотипного трафіку, широкосмуговий доступ, послуги з гарантією часу доставки і т.п. У англійській літературі сформувався термін *time warner full service network (FSN)*, що дослівно означає «повно сервісні мережі», які попереджують втрату якості через несвоєчасну доставку трафіку. У вітчизняній літературі цей термін є аналогічним до поняття мультисервісних мереж, що готові до надання будь-яких ІКП.

Міжнародний союз електрозв'язку у рекомендації E.360.1 надав досить

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

просто визначення мультисервісної мережі – це єдина телекомунікаційна інфраструктура для переносу/комутації трафіку довільного типу, який породжено взаємодією споживачів та постачальників послуг зв'язку з підконтрольними та гарантованими параметрами трафіку, рівнями якості та конфіденційності, властивими кожному виду послуг. На основі МсМ будуються системи *IP*-телефонії, що є базою для ефективної реалізації центрів обробки викликів та додаткових послуг: інтерактивних голосових меню, уніфікованої обробки повідомлень, роумінгу абонентів. Основним завданням МсМ є забезпечення роботи спроможності мереж, побудованих на різних технологіях (з часом, конвергенція їх у єдину мережу на базі єдиної технології), та об'єднання їх з метою надання необмеженого числа послуг, користуючись єдиною інфраструктурою.

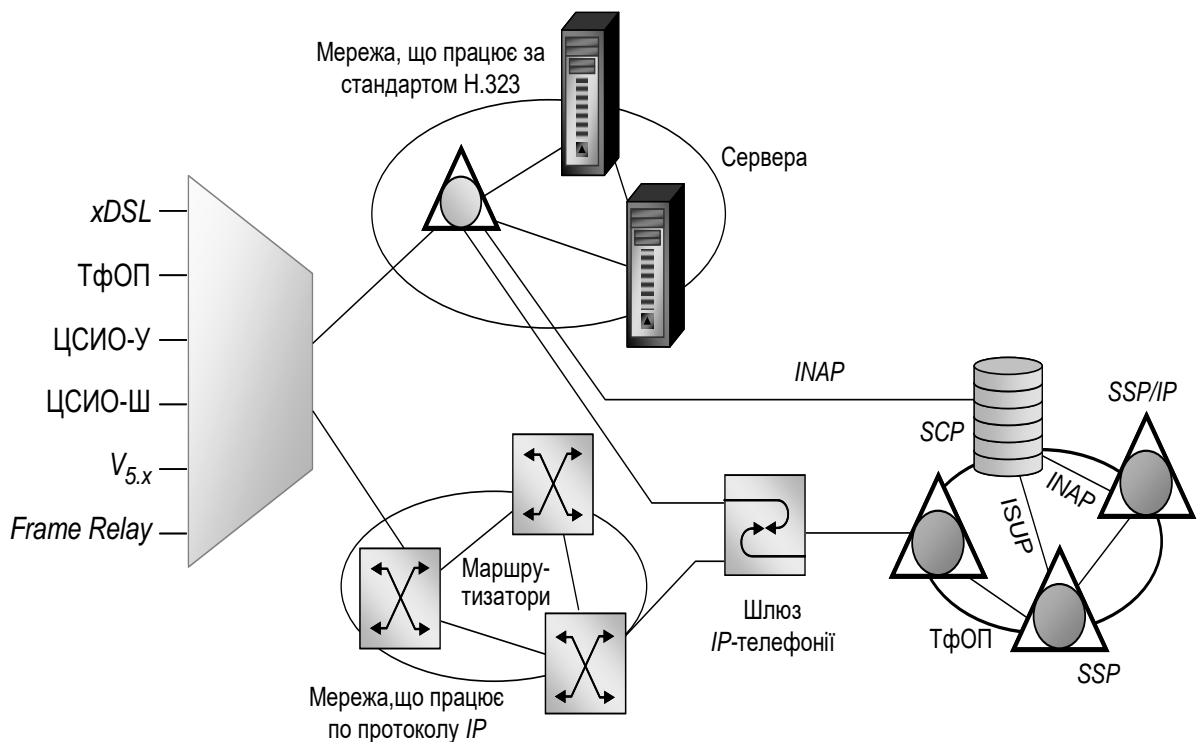


Рис. 1.2 – Умовна структура мультисервісної мережі

Умовну структуру мультисервісної мережі зображено на рисунку 1.2.

Мультисервісна мережа повинна забезпечувати усі види служб, як у комплексі, так і кожен окремо. Основна відзнака мультисервісної мережі від

телекомунікаційних мереж (ТМ) – можливість інкапсуляції різноманітних протоколів представлення інформаційних сигналів з деякої множини джерел у єдиний формат універсального протоколу, з необхідним режимом переносу інформації. Цей протокол повинен забезпечити рівень коефіцієнту помилок 10^{-7} – 10^{-9} , зберігаючи нормований рівень якості передачі інформаційних сигналів.

Мультисервісна мережа повинна забезпечити передачу будь-якої інформації від будь-якого користувача до будь-якого іншого користувача, незалежно від того, у яких географічних точках вони знаходяться. Інформація ця може мати різні форми (мова, данні, відео), а для звертання користувача до базової мережі можуть бути використані різні засоби доступу та різноманітні режими переносу інформації. Мультисервісна мережа дозволяє користувачам одержати доступ до ресурсів Інтернет по виділеним та комутованим лініям доступу та до віртуальних корпоративних мереж VPN (*Virtual Private Network*) з наданням потрібної якості послуг та захисту.

Мультисервісна мережа дозволяє користувачам дістати доступ до наступних послуг:

- вузько смуговий і широкосмуговий доступ до ресурсів Інтернет по виділеним і комутованим лініям зв'язку;
- побудова віртуальних корпоративних мереж VPN з наданням необхідної якості послуг і захищеності;
- надання доступу до VPN по комутованим лініям;
- забезпечення пропуску трафіку, чутливого до затримок (голос, відео, сигнали телеметрії і телекерування);
- без проводовий доступ.

У кожній з цих послуг можлива подальша диференціація залежно від використовуваної швидкості передачі або технології доступу. Базовими поняттями мультисервісних мереж є *Quality Of Service*, тобто якість обслуговування, і *Service Level Agreement (SLA)* - угода про якість надання послуг. Перехід до мультисервісних технологій змінює саму концепцію надання послуг, коли якість гарантується не лише на рівні договірних угод з

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

постачальником послуг і вимог дотримання стандартів, але і на рівні технологій і операторських мереж.

Рівнева архітектура МсМ може бути реалізована у вигляді регіонального і магістрального рівнів (рис. 1.3).

На регіональному рівні МсМ забезпечує підключення користувачів і надає їм як транспортні, так і інфокомунікаційні послуги, а також забезпечує можливість взаємодії з аналогічними послугами інших регіональних мереж. На магістральному рівні МсМ повинна забезпечувати надання послуг перенесення для взаємодії мультисервісних регіональних мереж, а також для передачі (при необхідності) навантаження всіх існуючих мереж. Вирішення вказаних проблем пов'язане з формуванням мереж доступу, які дозволять, з одного боку, забезпечити розподіл трафіку на ділянці, де не накладається жорстких обмежень на швидкість передачі, і, з іншого боку, не здійснюється концентрація трафіку. У низці випадків вирішення проблеми перенавантаження існуючої мережі за рахунок додаткового трафіка може бути реалізовано шляхом впровадження устаткування, яке реалізує інтегровані точки присутності. (*Point Of Presence, POP*).

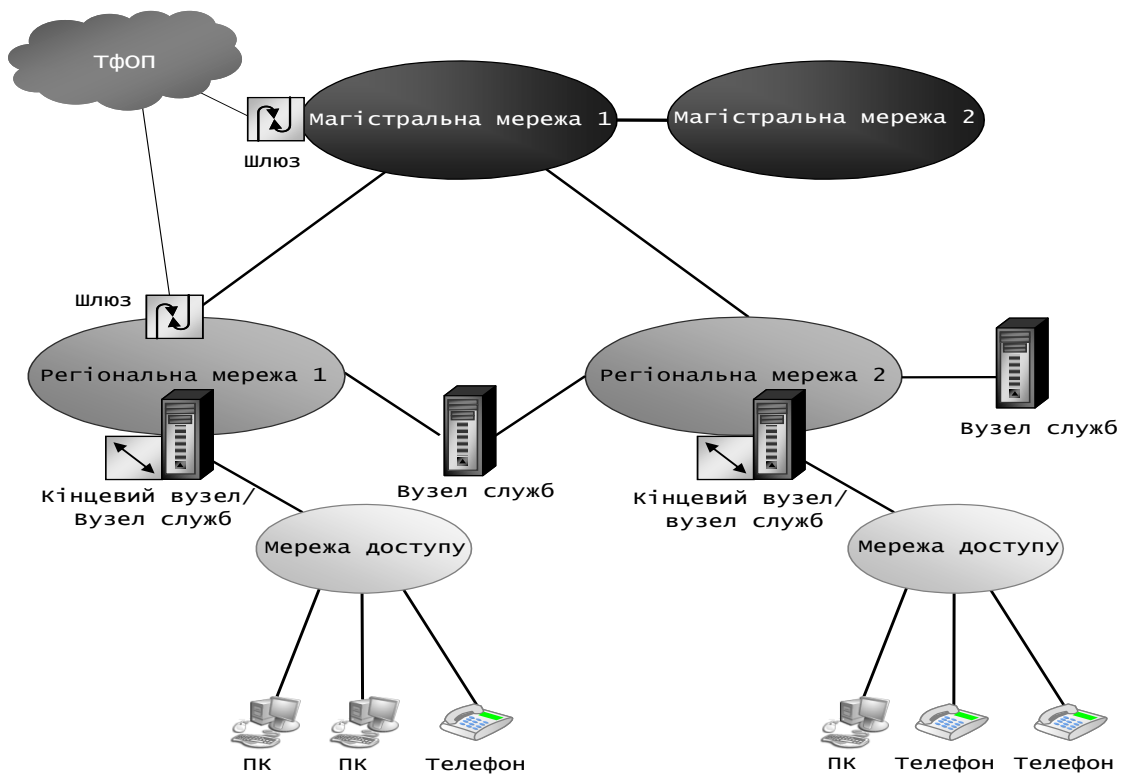


Рис. 1.3 – Рівнева мультисервісна мережа

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Архітектуру мультисервісної мережі наведено на рис. 1.4.

Рівень розподілу є тим сегментом мережі, в якому реалізуються служби безпеки, якості обслуговування і багато інших. Зазвичай на цьому рівні використовуються маршрутизатори або комутатори зі вбудованими засобами маршрутизації, що направляють пакети до місця їх призначення. При необхідності пріоритет класу обслуговування *Class of Service (COS)* для конкретного застосування на рівні розподілу може бути змінений на інший, більш відповідний для забезпечення необхідної якості обслуговування при роботі в реальному часі. Такі засоби, як довільне раннє виявлення (*Random Early Detection, RED*), зважене довільне раннє виявлення (*Weighted RED, WRED*) і інші види *RED* можуть пригнічувати відмовостійкі протоколи типу *HyperText Transfer Protocol (HTTP)*, з метою забезпечення достатньої смуги пропускання для голосових і відеоданих. Приклад реалізації МсМ ілюструє рис.1.5.

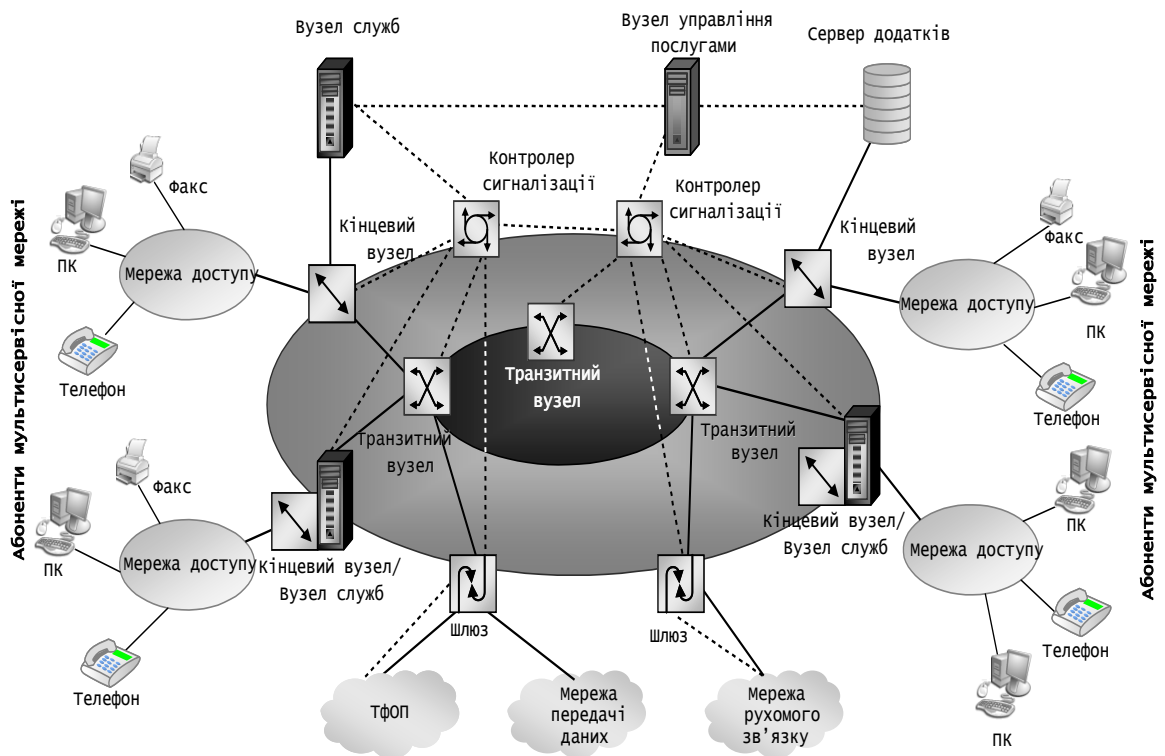


Рис. 1.4 – Архітектура мережі NGN

Тут показані комутатори другого (розподільного) і третього (базового) рівнів, а також принципи об'єднання різних мереж в єдину структуру за

обслуговування (ВНО) усіх базових мереж, послуги яких замовлені користувачем. У випадку мультисервісних мереж весь перелік послуг буде надаватися єдиною МсМ. Виходячи з цього, планування МсМ, а відповідно і МД, повинно бути засноване на характеристиках ІКП, для надання яких вона призначена. А ці характеристики, у свою чергу, суттєво змінюють параметри навантаження, що на надходить до мережі. Вимоги, що висувуються ІКП до структури мережі та до обладнання, багато в чому визначають принципи побудови МсМ та МД, що обираються на основі параметрів ІКП, служб зв'язку, що забезпечують послуги, та мережних ресурсів, необхідних для організації служб, які називають платформами надання послуг.

На підставі цього, можна зробити висновок про те, що існуючі методи проектування ТМ не повною мірою відповідають принципам створення мультисервісних мереж, вони морально застаріли та потребують уточнення і корекції. Концепція мультисервісних мереж вимагає розробки нового підходу до прогнозування і розрахунку навантаження, що відповідає сучасному стану розвитку мереж, і тому задача корекції моделі навантаження МД до МсМ, поставлена в роботі, є актуальною. Однак на сучасному розвитку інформаційних мереж не можна розглядати навантаження без врахування його розподілу між вузлами. А для коректності та адекватності такого розподілу вкрай необхідно врахування тяжіння, оскільки саме тяжіння визначає реальну потребу користувачів у обслуговуванні мережею.

Найбільш перспективним рішенням проблеми задоволення зростаючих потреб користувачів в інформаційному обслуговуванні є реалізація концепції цифрових МсМ. А мультисервісна мережа не можлива без створення мережі доступу, що забезпечує можливість передачі одночасно всіх видів інформації по єдиній лінії доступу. Таким чином з'являється необхідність розробки моделі навантаження МД, за допомогою якої можна описати обсяг інформаційних і службових повідомлень, що передаються МД.

Ця задача виникла у зв'язку з появою концепції МД, яка сформульована МСЕ в Рек. G.902, і визначає принципи створення МД, що складаються в першу

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

чергу в тому, що МД повинна бути єдиною для підключення до всіх базових мереж, як існуючих, так і тих, які можуть виникнути в майбутньому. Така мережа повинна забезпечити пропускну спроможність достатню для одночасного надання всіх послуг, які можуть бути запитані і сплачені користувачем, і забезпечити якість і надійність, що відповідає вимогам не тільки всіх існуючих послуг, але і тих які ще можуть з'явитися.

Створення єдиної універсальної МД для надання всіх ІКП не тривіальна проблема, різним аспектам вирішення якої присвячені роботи ряду зарубіжних авторів. Однак далеко не всі аспекти цієї проблеми розглянуті до теперішнього часу, і задачі створення адекватної моделі навантаження МД та методу його розподілу з урахуванням передбачуваного тяжіння є однією з них. Враховуючи, що процес модернізації мережі динамічний, а нова мережа не замінює стару, а співіснує, то рішення поставленої задачі набуває особливої значущості і актуальності при реалізації концепції ГП.

Стосовно електрозв'язку слово доступ використовується в кількох аспектах: доступ до додаткових видів обслуговування (ДВО), базовий і первинний доступ до ЦМІО і т.п. У нашому випадку поняття доступ трактується як процес звернення користувача до мережних ресурсів.

У Рек. ІТУ-Т G.902 призначення і функції МД розглядаються в контексті інформаційної мережі майбутнього. На рис. 1.6, запозиченому з тексту рекомендації G.902, наведена архітектура МД, що включає власне МД (*Access Network*), вузли надання послуг (*Service Nodes*) і мережу технічної експлуатації телекомунікацій (*Telecommunications Management Network – TMN*). Зазначені елементи розділені еталонними точками.

Точка *UNI* (*user network interface*) позначає місце розміщення інтерфейсу користувач - мережа. Рек ІТУ-Т I.112 визначає *UNI* як інтерфейс між термінальним обладнанням користувача і мережним закінченням, де використовують протоколи доступу. Точка *SNI* - місце розміщення інтерфейсу між вузлом надання послуг (ВНП) і стиками *UNI* у МД. Не існує обмежень за

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

кількістю та видами обох інтерфейсів. Через інтерфейс Q_3 забезпечується взаємодія між системою технічної експлуатації обладнанням доступу і ВНП.

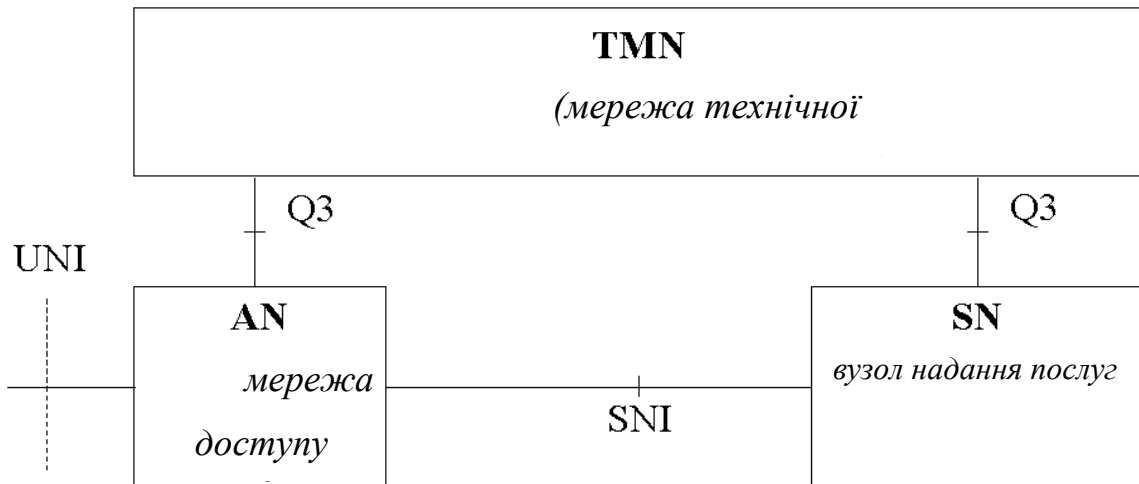


Рис. 1.6 – Мережа доступу: межі та інтерфейси

Доступ користувача трактується цією рекомендацією як засоби, за допомогою яких користувач з'єднується з мережею, щоб користуватися послугами та/або техніко-експлуатаційними можливостями мережі. Виходячи з цього, МД визначена як сукупність технічних засобів, що забезпечують необхідні ресурси доставки інформації між інтерфейсами UNI і SNI , а ВНП - як пристрої, призначені для надання певних видів послуг кінцевому користувачеві. Зіставлення терміна *Service Node* з автоматичною телефонною станцією (АТС) не завжди правильне. У ТМ повинні надаватися різні види доступу, обумовлені принципами побудови самих ТМ. Ці принципи вибираються на основі переліку надаваних послуг і рівня технології, що визначає функціональні можливості ТМ.

Для того щоб виключити наявні в сучасних публікаціях розбіжності в трактуванні місця і ролі МД, на рис. 1.7 показана модель ТМ. Перший елемент являє собою сукупність термінального та іншого обладнання, що є власністю користувача. В англійській технічній літературі йому відповідає поняття *Customer Premises Equipment, CPE*. Другий елемент ТМ і є, власне МД, що забезпечує взаємодію між обладнанням користувача і базовою мережею. У точці сполучення МД із базовою мережею встановлюється вузол надання

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

послуг (ВНП). Простір, що покриває МД, перебуває між обладнанням користувача та цим ВНП.

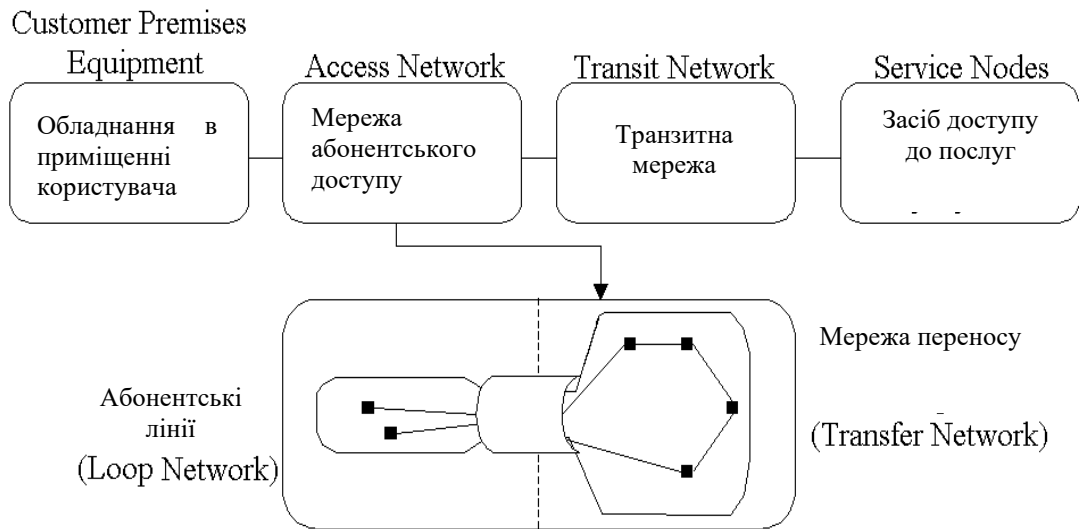


Рис. 1.7 – Місце мережі доступу в структурі інфокомунікацій

Мережа доступу ділиться на два сегменти. Лінії доступу (*Loop Network*) - індивідуальні засоби підключення термінального обладнання або сегмент доступу користувача. Мережа переносу або сегмент транспортного доступу (*Transfer Network*) служить для підвищення ефективності засобів доступу користувача. Цей фрагмент МД реалізується на базі СП і сполучається із сегментом доступу користувача за допомогою систем концентрації навантаження - вузлів доступу.

Функції транзитної базової мережі полягають у встановленні з'єднань між терміналами, включеними в різні МД, або між терміналом і ВНП. У розглянутій моделі базова мережа може покривати територію, що лежить як у межах одного міста або села, так і між МД двох країн. Четвертий елемент ТМ ілюструє засоби доступу до послуг, зазвичай це ВНП, *Service Nodes*. Прикладом такого вузла можуть бути робочі місця телефоністів-операторів і сервери, де зберігається відповідна інформація.

Виходячи із цього, МД - це сукупність технічних засобів між пристроями користувача та ВНП. Для ТфЗК кінцевим пристроєм служить ТА. Абонент ТфЗК може також мати факсимільний апарат або модем, у будь-якому разі

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

кінцеве обладнання підключається через телефонну розетку, яку можна вважати межею МД на боці користувача. Друга межа МД - станційний бік кросу ВК. Якщо в користувача встановлені два ТА, включені в різні ВК, і персональний комп'ютер, взаємодіючий з вузлом комутації пакетів, то для кожного із цих терміналів МД буде утворена різними технічними засобами, її межі для всіх терміналів також будуть різні. Природно, що всі три термінали можуть мати власні мережні номери, якщо мова не йде про ЦМІО, у якій єдиний номер може бути привласнений стику користувач-мережа.

Створення єдиної універсальної мережі для надання всіх ІКП проблематично через швидку появу нових послуг, що вимагають іншої структури мережі. З огляду на те, що процес модернізації мережі динамічний, а нова мережа не заміняє стару, а співіснує з нею, необхідно стандартизувати інтерфейси для взаємодії різних мереж і обладнання різних постачальників послуг. Вирішення цього завдання покладено в основу концепції ГП. Модель ТМ (Рек. У.120), доповнює положення Рек. G.902.

Виходячи з вище сказаного, можна сформулювати призначення МД. Мережа доступу виконує завдання надання користувачеві індивідуального каналу зв'язку для транспортування інформації між різними пунктами ТМ і зв'язує кінцевого користувача з базовою мережею. Функції базової мережі полягають у встановленні з'єднань між обладнанням користувача, підключеним до різних МД, або між терміналами і засобами надання послуг.

Структура мережі доступу, (рис. 1.8) включає: сегмент локального доступу між обладнанням користувача та вузлом доступу; вузол доступу, взаємодіючий із пристроями користувача через інтерфейс користувач-мережа, названий *User Network Interface (UNI)* і з вузлом надання послуг ВНП (*Service Nodes, SN*) через мережний інтерфейс – *Service Network Interface SNI*; транспортного доступу (*Transfer Network*); термінальне обладнання користувача.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

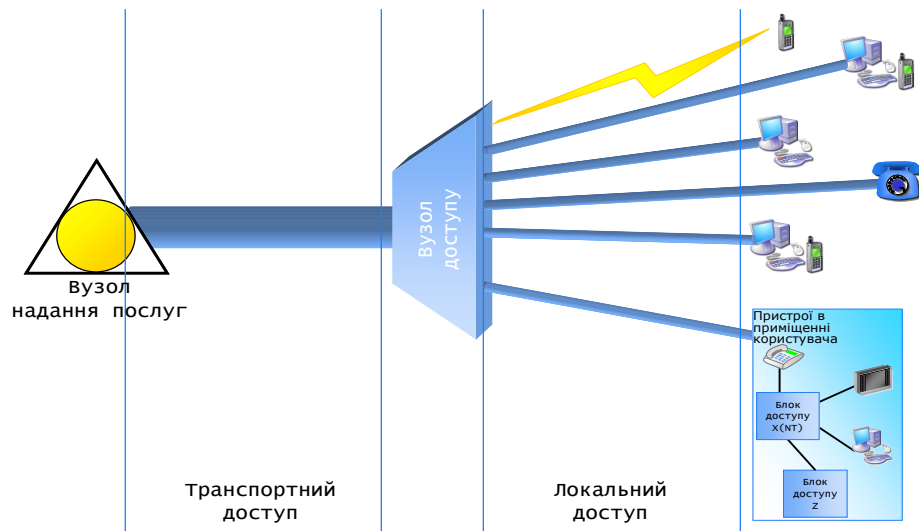


Рис. 1.8 – Структура мережі доступу

Індивідуальні лінії доступу (*Loop Network*) з інтерфейсом користувача *UNI*, що реалізують сегмент локального доступу, призначені для доведення потоків інформації до обладнання користувача або від нього. Ця частина МД характеризується максимально гарантованою пропускнуою здатністю і максимально припустимою довжиною фізичної лінії.

При цьому під обладнанням користувача мається на увазі сукупність термінального та іншого обладнання, призначеного для одержання користувачем ІКП. Термінальними пристроями можуть служити ПК, сервер, телефон, відеотелефон, бездротовий телефон, системи охоронної та пожежної сигналізації, телеметрії і т.д. У користувача можуть бути встановлені термінали, що підтримують послуги різних мереж – ТфЗК, ЦМІО, ЦМІО-Щ, Інтернет та ін. Крім того, до обладнання користувача відносяться корпоративні і приватні мережі, що не входять до складу мереж загального користування.

Вузол доступу реалізується на обладнанні, що концентрує окремі інформаційні потоки від індивідуальних ЛД до різних базових мереж і виконуючої функції концентратора, мультиплексора або базової станції без проводової АЛ (*Wireless Local Loop, WLL*), що має на виході цифрові групові тракти. Вузол доступу здійснює лише концентрацію інформаційних потоків від усіх видів джерел, що перебувають на обслуговуваній території. Його

					KPM.KI.1.884-03.2.7	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

застосування обумовлюється вимогами до ефективності використання ЛД.

Сегмент транспортного доступу – це групові тракти передачі інформації між ВД і ВВП базових мереж, що переносяться потоки інформації між користувачами обслуговуваної зони і базовими мережами. Сегмент транспортного доступу є частиною національної транспортної мережі.

Вузол надання послуг може бути реалізований у вигляді універсального мережного елемента, здатного підтримувати всі вимоги користувачів. Виходячи з цього, ВВП - це перший мережний пристрій, що обробляє виклик, за допомогою якого користувачам надається можливість встановлення з'єднань у межах мережі або декількох мереж, що властиво інтерактивним системам або одержання доступу до ІКП із застосуванням засобів телекомунікацій, що використовують некомутовані з'єднання. Функції ВВП може виконувати вузол комутації ТфЗК або ЦМІО, вузол АТМ, вузол доступу до Інтернет, сервер, Web-сайт Інтернет, робочі місця телефоністів, центр телевізійного віщання, мультимедійні вузли надання ігор і т.д.

1.4 Постановка завдання

Метою роботи є дослідження показників навантаження в мережах доступу.

До основних завдань, вирішення яких веде до досягнення поставленої мети, належать:

1. Аналіз концепції мультисервісних мереж та мереж доступу.
2. Аналіз методів розрахунку навантаження мереж доступу.
- 3.Формування вихідних даних до проектування мережі доступу. Формування вимог до мережі та мережного обладнання.
4. Автоматизація процесу розрахунку навантаження мережі доступу.
5. Опис автоматизованої системи розрахунку навантаження мережі доступу.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Висновок до першого розділу

Сформовано технічне завдання на проектування мережі доступу. Проведено аналіз концепції мереж доступу, аналіз структури і функції мереж доступу. Проаналізовано концепцію мереж доступу до мультисервісних мереж. Мережа доступу виконує завдання надання користувачеві індивідуального каналу зв'язку для транспортування інформації між різними пунктами ТМ і зв'язує кінцевого користувача з базовою мережею. Функції базової мережі полягають у встановленні з'єднань між обладнанням користувача, підключеним до різних МД, або між терміналами і засобами надання послуг.

Встановлене місце мережі доступу в структурі інфокомунікацій

Сформовано постановку завдання, мету роботи.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						27
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ НАВАНТАЖЕННЯ МЕРЕЖ ДОСТУПУ

2.1 Основні поняття та визначення

Трафік (traffic) - слово, що означає рух. Якщо доповнень, які стосуються виду руху, чи видозміни кореневого слова, немає, то трафіком мається на увазі вуличний рух - завантаження транспортних шляхів.

Телетрафік - рух повідомлень каналами зв'язку, навантаження каналу або мережі каналів з урахуванням проходження через ряд фізичних пристроїв, що забезпечують керування потоком повідомлень.

Навантаженням називається середня кількість одночасних занять протягом певного відрізка часу. Навантажувальною схемою (НС) у локальній або єдиній мережі називається спосіб розподілу навантаження між сегментами мережі.

Година найбільшого навантаження (ГНН) є відрізок часу, що визначає розрахункове навантаження СР. Навантаження вимірюється в одиницях званих "Ерланг" (Er).

Навантаження, що надходить з вхідним потоком, може бути розділена на прийняту до обслуговування та не прийняту. У свою чергу прийняте навантаження так чи інакше залишає вузол чи мережу і може бути названа пропущеною.

У більшості видань прийнято саме таку термінологію: навантаження, що прибуває з вхідним потоком, називається що надходить; навантаження, що йде з вихідним потоком, називається пропущеною. За таких визначеннях немає згадки про можливість втрати інформації у процесі її зберігання та передачі. Іноді видається більш доцільним виділяти пропущене навантаження з прийнятого, не прирівнюючи їх.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2.2 Розрахунок інтенсивності навантаження локального сегменту мережі доступу

На мережу доступу кожен користувач зокрема та кожна група користувачів інфокомунікаційних послуг загалом створюють навантаження. Оцінка навантаження, яке створює на мережу, необхідна для визначення пропускної спроможності ліній доступу мережі. Кожен користувач є споживачем певного набору послуг (також набором послуг характеризується кожна з груп користувачів мережі доступу), для надання яких застосовуються різні режими передачі інформації (РПІ) та відповідні їм методи мультиплексування.

Інфокомунікаційні послуги можна розділити на наступні групи:

- каналний РПІ, позиційне мультиплексування, – ІКП_{ПМх};
- пакетний (кадрового, чарункового) РПІ, маркувальне мультиплексування, – ІКП_{ММх}.

Кожен вид ІКП створює певне навантаження на мережу та мережне обладнання. Для визначення цього навантаження необхідно обирати відповідні методи розрахунків. Для цього, всі послуги, що надаються мережею, що проектується, необхідно розділити на групи з урахуванням режиму переносу інформації та способу мультиплексування.

Розрахунок інтенсивності навантаження, що створюється послугами з використанням каналного РПІ та позиційного мультиплексування ІКП_{ПМ}, виконується окремо для кожної групи користувачів з врахуванням вихідних даних в залежності від категорії користувачів.

Для кожної заданої ІКП_{ПМ} кожної групи користувачів проектованої МД, використовуючи дані табл. 2.1, визначаються наступні параметри:

c_i – середнє питоме сумарне число запитів на обслуговування в годину найбільшого навантаження;

τ_i – середня тривалість сеансу обслуговування в годину найбільшого навантаження.

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Інтенсивність питомого навантаження, що створюється в процесі обслуговування користувача МД i -ю ІКП, показує частку часу в ГНН, коли лінія зайнята в результаті надання i -тої послуги, та розраховується за формулою:

$$y_i = c_i \tau_i. \quad (2.1)$$

Сумарна інтенсивність питомого навантаження локального сегменту МД, яке створюється j -ю групою користувачів, з урахуванням всіх ІКП_{ПМ}, які їй надаються:

$$y_j^{\text{ПМ}} = \sum_{i=1}^m y_i, \quad (2.2)$$

де m – загальна кількість ІКП_{ПМ}, що надається певній групі користувачів мережі доступу.

Сумарна інтенсивність питомого навантаження локального сегменту МД з урахуванням всіх ІКП_{ПМ}:

$$y_{\text{ПМ}} = \sum_{j=1}^n y_j^{\text{ПМ}}, \quad (2.3)$$

де n – загальна кількість груп користувачів МД, яким надаються ІКП_{ПМ}.

Значення параметрів навантаження, що створюється в процесі надання ІКП, які є вихідними даними для розрахунку навантаження та пропускну здатності спроектованої мережі доступу, наведено в табл. 2. 1

Розрахунок інтенсивності навантаження, що створюється послугами з використанням пакетного РПП та маркувального мультиплексування ІКП_{ММ}, виконується окремо для кожної групи користувачів з урахуванням вихідних даних в залежності від категорії користувачів.

Всі розрахунки виконуються у годину найбільшого навантаження (ГНН).

Для кожної заданої ІКП_{ММ} кожної групи користувачів спроектованої МД, аналогічно ІКП_{ПМ}, використовуючи дані табл. 2.1, визначаються параметри середнього питомого сумарного числа запитів (c_i) та середньої тривалості (τ_i) сеансу обслуговування в ГНН, а також, додатково, висхідна/низхідна швидкість

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

передачі (R_i), значення якої отримуються в результаті виконання завдань розділів 3 та 4.

Таблиця 2.1

Параметри навантаження ІКП

Послуги	Клас послуги	Середня тривалість сеансу обслуговування в ГНН, с		Середнє питоме сумарне число запитів в ГНН, τ	
		діловий сектор	кварт. сектор	діловий сектор	кварт. сектор
Телефонія	А	130	130	2,57	2,41
Факс	С	30	—	2	—
Послуги інтелектуальної мережі	А	50	65	0,014	0,011
Послуги Virtual Private Network	В	200	—	3	—
Доступ до Internet	С	540	540	1,3	0,86
Електронна пошта	Д	300	120	3	0,5
ІР-телефонія	А	100	100	3,5	1,5
Internet Protocol Television	А	3600	3600	0,05	0,3
Обмін файлами	С	300	300	3	0,1
Відеоконференція	А	1000	—	0,1	—
Робота на віддалені	А	—	300	—	0,8
Електронна комерція	С	300	120	1,2	0,1
Дистанційне навчання	В	1000	1000	0,2	0,2
Телемедицина	В	1000	1000	0,1	0,2
Відео за запитом	В	—	3600	—	0,2
Ігри за запитом	В	—	3600	—	0,3

Обсяг повідомлення, створеного в результаті надання i -тої послуги:

$$V_i = \tau_i \cdot R_i. \quad (2.4)$$

Інтенсивність питомого навантаження локального сегмента МД, що створюється в результаті надання однієї ІКП_{ММх}, окремо для низхідного і висхідного потоків:

$$y_i = c_i \tau_i R_i. \quad (2.5)$$

Сумарна інтенсивність питомого навантаження локального сегменту МД, яке створюється j -ю групою користувачів, з урахуванням всіх ІКП_{ММ}, які їй надаються, окремо для низхідного і висхідного потоків даних:

$$y_j^{MM} = \sum_{i=1}^m c_i \tau_i R_i, \quad (2.6)$$

де m – загальна кількість ІКП_{ММ}, що надається певній групі користувачів МД.

Сумарна інтенсивність питомого навантаження локального сегменту МД з урахуванням всіх ІКП_{ММ}:

$$y_{MM} = \sum_{j=1}^n y_j^{MM}, \quad (2.7)$$

де n – загальна кількість груп користувачів МД, яким надаються ІКП_{ММ}.

2.3 Розрахунок пропускної спроможності локального сегменту мережі доступу

Пропускна спроможність при позиційному мультиплексуванні оцінюється з урахуванням необхідної умовної кількості основних цифрових каналів (ОЦК), які зможуть обслужити сумарну інтенсивність питомого навантаження $y_{ПМ}$ з нормативною якістю. При цьому, швидкість передачі в ОЦК дорівнює 64 кбіт/с.

Число умовних каналів визначається по табл. 3, яку наведено в Додатку, 1-го розподілу Ерланга у відповідності до інтенсивності питомого навантаження і заданої ймовірності втрат P , що визначає нормоване QoS при каналному РПІ. Значення норми втрат:

$$P = 0,0001, \text{ якщо МД проектується в міській місцевості;}$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$P = 0,001$, якщо МД проектується в сільській місцевості.

Пропускна спроможність сегменту локального доступу (СЛД) для надання послуг з використанням позиційного мультиплексування:

$$\omega_{\text{ПМ}} = 64 \cdot N_{\text{ОЦК}} \cdot \quad (2.8)$$

Пропускна спроможність при маркувальному мультиплексуванні дорівнює інтенсивності питомого навантаження локального сегмента МД з врахуванням всіх ІКП_{ММ}:

$$\omega_{\text{ММ}} = \gamma_{\text{ММ}} \cdot \quad (2.9)$$

Сумарна пропускна спроможність локального сегмента МД з врахуванням усіх ІКП позиційного і міткового мультиплексування:

$$\omega_{\text{СЛД}} = \omega_{\text{ПМ}} + \omega_{\text{ММ}} \cdot \quad (2.10)$$

Оцінка навантаження вузлів доступу

Навантаження, що надходить на ВД, оцінюється з урахуванням кількості всіх кінцевих пристроїв, підключених до ВД:

$$N_{\text{ТП}} = (N_1 + N_2 + N_3) \cdot \gamma, \quad (2.11)$$

де N_1 – кількість точок підключення термінального обладнання користувачів всіх категорій, включених в ВД (число цих ТП визначається в розділі 4);

N_2 – кількість пунктів колективного доступу (ТПД), призначених для надання послуг передачі цифрових даних і доступу до мережі Інтернет для населення (3 % від N_1);

N_3 – кількість орендованих ліній доступу (20% від N_1);

γ – експлуатаційний запас на сегменті локального доступу (15%).

2.4 Приклад розрахунку навантаження в мережі доступу

2.4.1 Розрахунок інтенсивності навантаження та пропусконої спроможності локального сегменту мережі доступу

Розрахунок пропусконої спроможності ЛД залежить від режиму переносу інформації, які необхідні для забезпечення надання ІКП. Проектована мережа

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

доступу буде надавати ІКП, що потребують пакетний режим переносу інформації та міткове мультиплексування, тому будемо використовувати методику розрахунку заданих параметрів навантаження за наступними етапами.

Параметри заданих послуг наведемо у таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Параметри навантаження ІКП

Послуги	Клас Послуги	Висхідна / низхідна швидкість передачі, кбіт/с	Середня тривалість сеансу в ЧНН, с		Середнє питоме сумарне число заявок в ЧНН	
			діловий сектор	кварт. сектор	діловий сектор	кварт. сектор
ІР-Телефонія	А	64/64	130	130	2,57	2,41
доступ до відеохостингу <i>YouTube</i> (360p);	В	128 / 1024	540	540	1,3	0,86
доступ до відеохостингу <i>YouTube</i> (480p);	В	128 / 2560	540	540	1,3	0,86
доступ до відеохостингу <i>YouTube</i> (720p);	В	128 / 5120	540	540	1,3	0,86
Покупки в інтернет-магазині	В	64/ 600	300	300	3	0,1
<i>Skype</i>	А	64 / 2200	100	100	0,4	0,2
доступ до відеохостингу <i>YouTube</i> (420p);	В	128 / 12300	540	540	1,3	0,86
Standard-definition television, SDTV 576i	В	1024 / 3584	–	3600	–	0,3

Визначення інтенсивності навантаження, яка створюється у результаті надання користувачам ІКПммх виконують для кожної групи користувачів з урахуванням вихідних даних в залежності від категорії абонентів та у відповідності наступним етапам:

1. Визначення об'єму повідомлення, створеного у результаті надання i -тої послуги. Окремо для низхідного та висхідного потоку даних. За наступною формулою:

$$V_i = \tau_i \cdot R_i, \quad (2.12)$$

де R_i – висхідна / низхідна швидкість передачі.

τ – тривалість обслуговування.

2. Розрахунок питомої навантаження локального сегменту лінії доступу, створювана однією ІКПММх

Розрахунок питомого навантаження локального сегмента лінії доступу, створювана однією ІКП ММх окремо для низхідного та висхідного потоку, розраховується за формулою :

$$V_{\text{ЛД}_i} = \frac{C_i \cdot \tau_i \cdot R_i}{3600} \quad (2.13)$$

де c – число заявок;

R – швидкість послуги;

τ – тривалість обслуговування.

Розрахунок питомого навантаження локального сегменту лінії доступу для кожної з послуг, результати заносимо до таблиці.

ІР-телефонія:

Квартирний і діловий сектор

$V_i = 2.57 \cdot 64 \cdot 130 / 3600 = 5.94$ (Кбіт/с) для висхідного потоку даних;

$V_i = 0,3 \cdot 64 \cdot 130 / 3600 = 5.94$ (Кбіт/с) для низхідного потоку даних.

$V_i = 2.41 \cdot 64 \cdot 130 / 3600 = 5.57$ (Кбіт/с) для висхідного потоку даних;

$V_i = 2.41 \cdot 64 \cdot 130 / 3600 = 5.57$ (Кбіт/с) для низхідного потоку даних.

Розрахуємо об'єм повідомлення за формулою 6.3, створений в результаті надання i -тої послуги:

Послуга ІР-телефонія:

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$V_i = 64 * 130 = 8320$ (Кбіт/с) для висхідного потоку даних;

$V_i = 64 * 130 = 8320$ (Кбіт/с) для низхідного потоку даних.

$V_i = 64 * 130 = 8320$ (Кбіт/с) для висхідного потоку даних;

$V_i = 64 * 130 = 8320$ (Кбіт/с) для низхідного потоку даних.

Результати розрахунку об'єму кожної послуги заносимо до таблиці .

Таблиця 2.3

Об'єм повідомлення

Послуга	V_i (Кбіт/с)				$V_{лд_i}$ (Кбіт/с)			
	діловий сектор		кварт. сектор		діловий сектор		кварт. сектор	
	висх	нисх	висх	нисх	висх	нисх	висх	нисх
ІР-Телефонія	8320	8320	8320	8320	5.94	5.94	5.57	5.57
доступ до відеохостингу <i>YouTube</i> (360p);	69120	69120	552960	552960	199.68	24.96	132.096	16.512
доступ до відеохостингу <i>YouTube</i> (480p);	1382400	69120	1382400	552960	499,2	24.96	330,24	16.512
доступ до відеохостингу <i>YouTube</i> (720p);	2764800	69120	2764800	552960	998,4	24.96	660,48	16.512
доступ до відеохостингу <i>YouTube</i> (4320p);	6642000	69120	6642000	552960	2398,5	24.96	1586,7	16.512
Покупки в інтернет-магазині	180000	19200	180000	19200	150	16	5	0,53
Skype	220000	6400	220000	6400	24.4	0.71	12.2	0.35

Продовження таблиці 2.3

Standard-definition television, SDTV 576i	–	–	12902400	3686400	–	–	1075.2	307.2
Standard-definition television, SDTV 1080i	–	–	28800000	3686400	–	–	2400	307.2
Послуга низькошвидкісної передачі даних (<i>e-mail</i>)	–	–	90000	1728	–	–	12.5	0.3
Доступ до інтернет-радіо 48 кбіт/с	–	–	7200	6000	–	–	0.6	0.5
Доступ до інтернет-радіо 64 кбіт/с	–	–	9600	9600	–	–	0.8	0.8
Доступ до інтернет-радіо 256 кбіт/с	–	–	38400	9600	–	–	3.2	0.8
Онлайн-ігри	360000	51200	360000	51200	5040	716,8	5040	716,8
Веб-серфінг	–	–	552960	34560	–	–	132,096	8,256
Услуга дистанційного навчання	380000	64000	380000	64000	21,1	3,5	21,1	3,5
Послуга передачі голосових сигналів	16640	8320	16640	8320	11,879	5,94	11,14	5,57

2.4.2 Розрахунок сумарної інтенсивності питомого навантаження локального сегменту лінії доступу

Розрахунки сумарної інтенсивності питомого навантаження локального сегменту ЛД, з урахуванням усіх ІКП_{ММх}, окремо для низхідного та висхідного потоків. Для кожної групи користувачів створюємо таблиці.

Таблиця 2.4

Інтенсивність питомого навантаження групи – «1»

Інтенсивність Послуги	V _{ЛД} (Кбіт/с)	
	висх	нисх
Послуга передачі мови IP-телефонія	5.57	5.57
Послуга доступу до відеохостингу «YouTube 4320p»	1586,7	16.512
Послуга доступу до відеохостингу «YouTube 480p»	330,24	16.512
Послуга доступу до відеохостингу «YouTube 360p»	132.096	16.512
Послуга передачі сигналів телебачення стандартної чіткості (Standard-definition television, SDTV 1080i)	2400	307.2
Послуга доступу до інтернет-радіо	3.2	0.8
Послуга веб-серфінгу (перегляд гіпертекстових сторінок)	132,096	8,256
Послуга доступу до відеохостингу «YouTube 720p»	660,48	16.512
Послуга одночасної передачі мови і рухомих зображень «Skype»	12.2	0.35
Послуга покупок в інтернет магазині	5	0,53
Послуга низько швидкісної передачі даних (e-mail)	12.5	0.3
услуга онлайн-ігр	5040	716,8
Сума кожного з потоків V _{ЛД}	10320,08 2	1105,854
Сума загального V _{ЛД}	11425,936	

Інтенсивність питомого навантаження групи – «2»

Інтенсивність Послуги	$V_{\text{ЛД}}$ (Кбіт/с)	
	висх	нисх
Послуга передачі мови <i>IP</i> -телефонія	5.57	5.57
Послуга доступу до відеохостингу « <i>YouTube 480p</i> »	330,24	16.512
Послуга доступу до відеохостингу « <i>YouTube 360p</i> »	132.096	16.512
Послуга передачі сигналів телебачення стандартної чіткості (Standard-definition television, SDTV 576i)	1075,2	307,2
Послуга доступу до інтернет-радіо	0,8	0,8
Послуга веб-серфінгу (перегляд гіпертекстових сторінок)	132,096	8,256
Послуга доступу до відеохостингу « <i>YouTube 720p</i> »	660,48	16.512
Послуга одночасної передачі мови і рухомих зображень « <i>Skype</i> »	12.2	0.35
Послуга покупок в інтернет магазині	5	0,53
Послуга низькошвидкісної передачі даних (<i>e-mail</i>)	12.5	0.3
услуга онлайн-игр	5040	716,8
Сума кожного з потоків $V_{\text{ЛД}}$	7406,326	1089,342
Сума загального $V_{\text{ЛД}}$	8495,668	

2.4.3 Розрахунок пропускної спроможності лінії доступу локального сегменту

Пропускна спроможність розраховується як сума низхідної і висхідної інтенсивності питомого навантаження лінії доступу локального сегменту.

$$\omega_{\text{ЛДлс}} = V_{\text{ЛДнисх}} + V_{\text{ЛДвисх}} \quad (2.14)$$

$$\omega_{\text{ЛДлс1}} = 10320,082 + 1105,854 = 11425,936$$

Результати розрахунків для всіх груп користувачів заносимо до таблиці

Таблиця 2.6

Пропускна спроможність лінії доступу локального сегменту

Сектор проектованої мережі доступу	$\omega_{\text{ЛДлс}}$
1	11425,936
2	8495,668
3	7818,032
4	525,194
5	332,632

2.5 Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускної спроможності транспортного сегменту мережі доступу

В даному розділі буду розраховувати та пропускну спроможність транспортного сегменту. Розрахунок виконуємо окремо для кожного сектору.

Розглянемо сектор 1, який обслуговується ВД1.

Сформуємо вихідні дані, необхідні для розрахунку пропускної спроможності транспортного сегменту.

- спрощена структурна схема сектора 1
- $N_{\text{ТПР}}$
- перелік послуг групи 1;

- розподіл послуг по ВВП ;
- Мультисервісне навантаження LD_{TC}

$$V_{ВД\ i-ВВП\ j} = N_{ТПР} \cdot \sum_{i=1}^{M_j} C_i \cdot \tau_i \cdot R_i / 3600$$

Наведемо приклад розрахунку між ВД1 та ВВП1:

$$V_{ВД\ i-ВВП\ j} = 1250 \cdot 1136911,6 / 3600 = 394760,97 \text{ Кбіт}\c$$

Аналогічно визначаємо мультисервісне навантаження в напрямках інших ВВП. Результати розрахунку наведемо в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Розрахунок інтенсивності навантаження для сектору 1

№ ВД	№ ВВП	$V_{ВД\ i-ВВП\ j}$ (висх.)	$V_{ВД\ i-ВВП\ j}$ (низх.)
1	1	394760,97	30416666,6
1	2	31960	331240
1	3	28227,2	2446845
1	4	405640	1760800

Коефіцієнт почесності для групи 1 визначимо за формулою (2.15)

$$K_{ПАЧ_A} = \frac{R_{МАХ_А}}{R_{СР}} \quad (2.15)$$

$$K_{ПАЧ_A} = \frac{R_{МАХ_А}}{R_{СР}} = \frac{12400}{2812,3} = 4,41$$

Розрахуємо дисперсію мультисервісного навантаження за формулою (2.16)

$$D_{ВД_n-ВВП_n} = (V_{ВД_n-ВВП_n})^2 (K_{ПАЧ} - 1) \quad (2.16)$$

$$D_{ВД_1-ВВП_1} = (394760,97)^2 \cdot (4,41 - 1) = 5997276232 \text{ 300}$$

Аналогічно визначаємо дисперсію в напрямках інших ВВП. Результати розрахунку наведемо в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Розрахунок дисперсії для сектору 1

№ ВД	№ ВВП	$D_{ВД-ВВП}$ (висх.)	$D_{ВД-ВВП}$ (низх.)
1	1	531401521914,5	315484200005944 4,5
1	2	3483115856	374144987216
1	3	233658304,9	20415842048225, 25
1	4	561094390736	10572420742400

Середньоквадратичне відхилення розрахуємо за формулою 2.17

$$\sigma_{ВД_n-ВВП_n} = \sqrt{D_{ВД_n-ВВП_n}} \quad (2.17)$$

Наведемо приклад розрахунку між ВД1 та ВВП1

$$\sigma_{ВД_1-ВВП_1} = \sqrt{D_{ВД_1-ВВП_1}} = \sqrt{531401521914,5} = 728972,9$$

Результати розрахунку наведемо в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Розрахунок середньоквадратичного відхилення для сектору 1

№ ВД	№ ВВП	$\sigma_{ВД_n-ВВП_n}$ (висх.)	$\sigma_{ВД_n-ВВП_n}$ (низх.)
1	1	728972,9	56167980,2
1	2	59017,9	611673,9
1	3	15285,9	45183
1	4	749062,3	3251525,9

При обчисленні пропускної здатності транспортного сегмента необхідно врахувати те що мережа доступу забезпечує певну дисципліну в обслуговуванні пакетів, при цьому пакети класу обслуговування А повинні обслуговуватися першочергово з мінімальними втратами при навантаженнях.

Для цього долю загальної пропускної здатності яка призначена для обслуговування класу А визначають як пікове значення інтенсивності навантаження, розраховуємо за формулою 2.18.

$$V_{ВД\ i-ВНП\ j}^A = N_{ТПР} \cdot \sum_{i=1}^{M_j} C_i \cdot \tau_i \cdot R_i / 3600 \quad (2.18)$$

Таблиця 2.9

Розрахунок інтенсивності навантаження для сектору 1

№ ВД	№ ВНП	$V_{ВД\ i-ВНП\ j}^A$ (висх.)	$V_{ВД\ i-ВНП\ j}^A$ (низх.)
1	1	444,4	15277,7
1	2	10320	165120
1	3	6962,2	6962,2
1	4	1000	4000

Після цього розрахуємо пропускну спроможність за формулою 2.19.

$$W_{ЛДТС} = V_{ВД_Н} + V_{ВД_В} + \sigma_{ВД_Н} + \sigma_{ВД_В} + V_{ВД_Н}^A + V_{ВД_В}^A \quad (2.19)$$

Наведемо приклад розрахунку між ВД1 та ВНП1:

$$W_{ЛДТС_А} = 22428874 \text{ Кбіт/с}$$

Результати розрахунку наведемо в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Розрахунок пропускної спроможності для сектору 1

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

№ ВД	№ ВНП	$W_{\text{ЛДТС}}$
1	1	87724102,77
1	2	1209331,8
1	3	2549465,5
1	4	6172028,2

Аналогічно проведемо розрахунки для інших секторів. Результати розрахунку характеристик сектору 2 занесемо в таблицю 2.11.

Вихідні дані для розрахунку: Спрощена структурна схема сектора 2; $N_{\text{ТПР}}$; перелік послуг групи 2; послуг по ВНП.

Результати розрахунку характеристик сектору 3 занесемо в таблицю 2.12

Вихідні дані для розрахунку: Спрощена структурна схема сектора 3; перелік послуг групи 3; розподіл послуг по ВНП;

При обчисленні пропускної здатності транспортного сегмента необхідно врахувати те що мережа доступу забезпечує певну дисципліну в обслуговуванні пакетів, при цьому пакети класу обслуговування А повинні обслуговуватися першочергово з мінімальними втратами при навантаженнях.

Для цього долю загальної пропускної здатності яка призначена для обслуговування класу А.

Таблиця 2.11

Розрахунок характеристик ЛД_{ТС} для сектору 2

Характеристики	ВНП 2	ВНП 3	ВНП 4
$V_{\text{ВД}_i-\text{ВНП}_j}$ (висх.)	19156356 Кбіт/с	71660,16 Кбіт/с	148289,76 Кбіт/с
$V_{\text{ВД}_i-\text{ВНП}_j}$ (низх.)	19156356 Кбіт/с	71660,16 Кбіт/с	148289,76 Кбіт/с
$K_{\text{ПАЧ}}$	3,8	3,8	3,8

Продовження таблиці 2.11

$D_{\text{ВД-ВНП}}$ (висх.)	102750473060000	143784998868,8	61571588178,4
$D_{\text{ВД-ВНП}}$ (низх.)	102750473060000	143784998868,8	61571588178,4
$\sigma_{\text{ВД}_n\text{-ВНП}_n}$ (висх.)	10136590,8	379189,92	248136,22
$\sigma_{\text{ВД}_n\text{-ВНП}_n}$ (низх.)	10136590,8	379189,92	248136,22
$V_{\text{ВД}_i\text{-ВНП}_j}^A$ (висх.)	19156356 Кбіт/с	31570 Кбіт/с	1295 Кбіт/с
$V_{\text{ВД}_i\text{-ВНП}_j}^A$ (низх.)	19156356 Кбіт/с	31570 Кбіт/с	1295 Кбіт/с
$W_{\text{ЛДТС}}$	96898605 Кбіт/с	964840 Кбіт/с	795442 Кбіт/с

Таблиця 2.12

Розрахунок характеристик ЛД_{ТС} для сектору 3

Характеристи ки	ВНП 3	ВНП 4
$V_{\text{ВД}_i\text{-ВНП}_j}$ (висх.)	27800 Кбіт/с	57526 Кбіт/с
$V_{\text{ВД}_i\text{-ВНП}_j}$ (низх.)	27800 Кбіт/с	57526 Кбіт/с
$K_{\text{ПАЧ}}$	4	4
$D_{\text{ВД-ВНП}}$ (висх.)	2318520000	9927722028
$D_{\text{ВД-ВНП}}$ (низх.)	2318520000	9927722028
$\sigma_{\text{ВД}_n\text{-ВНП}_n}$ (висх.)	48151,01	99637,95
$\sigma_{\text{ВД}_n\text{-ВНП}_n}$ (низх.)	48151,01	99637,95
$V_{\text{ВД}_i\text{-ВНП}_j}^A$ (висх.)	23328 Кбіт/с	12247 Кбіт/с

Результати розрахунку характеристик сектору 4 занесемо в таблицю 2.13

Вихідні дані для розрахунку: Спрощена структурна схема сектора 4;
перелік послуг групи 4; розподіл послуг по ВНП;

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахунок характеристик ЛД_{ТС} для сектору 4

Характеристики	ВНП 1	ВНП 2	ВНП 3	ВНП 4
$V_{ВД\ i-ВНП\ j}$ (висх.)	13315,96 Кбіт/с	68272,4 Кбіт/с	356,44 Кбіт/с	994,28 Кбіт/с
$V_{ВД\ i-ВНП\ j}$ (низх.)	13315,96 Кбіт/с	68272,4 Кбіт/с	356,44 Кбіт/с	994,28 Кбіт/с
$K_{ПАЧ}$	8,3	8,3	8,3	8,3
$D_{ВД-ВНП}$ (висх.)	1294397972,27	34026180392,8	927461,15	7216726,84
$D_{ВД-ВНП}$ (низх.)	1294397972,27	34026180392,8	927461,15	7216726,84
$\sigma_{ВД_n-ВНП_n}$ (висх.)	35977,74	184461,86	963,04	2686,39
$\sigma_{ВД_n-ВНП_n}$ (низх.)	35977,74	184461,86	963,04	2686,39
$V_{ВД\ i-ВНП\ j}^A$ (висх.)	13298 Кбіт/с	68272,4 Кбіт/с	88 Кбіт/с	403 Кбіт/с
$V_{ВД\ i-ВНП\ j}^A$ (низх.)	13298 Кбіт/с	68272,4 Кбіт/с	88 Кбіт/с	403 Кбіт/с
$W_{ЛД\ ТС}$	125183 Кбіт/с	642013 Кбіт/с	2815 Кбіт/с	8167 Кбіт/с

2.6 Оцінка пропускної спроможності вузлів доступу

Оцінку необхідної пропускної спроможності вузлів доступу можна порахувати, знаючи кількість кінцевих пристроїв, підключених до ВД:

$$N_{ТПУДР} = (N_1 + N_2) \cdot \gamma \quad (2.19)$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де:

N_1 – кількість точок підключення термінального обладнання користувача всіх категорій, включених в цей ВД (дані приведені у розділі 4);

N_2 – кількість пунктів колективного доступу (5% від N_1);

γ – експлуатаційний запас на сегменті локального доступу (20%).

Визначимо окремо для кожного сектора з окремим вузлом доступу.

Розрахунок для сектору 1:

$$\text{Сектор 1} - N_{\text{ТПУДР}} = (N_1 + N_2) \cdot \gamma = (1250 + 62.5) \cdot 0,2 = 262,5$$

Розрахунок для сектору 2:

$$\text{Сектор 2} - N_{\text{ТПУДР}} = (N_1 + N_2) \cdot \gamma = (1250 + 62.5) \cdot 0,2 = 262,5$$

Розрахунок для сектору 3:

$$\text{Сектор 3} - N_{\text{ТПУДР}} = (N_1 + N_2) \cdot \gamma = (1250 + 62.5) \cdot 0,2 = 262,5$$

Розрахунок для сектору 4:

$$\text{Сектор 4} - N_{\text{ТПУДР}} = (N_1 + N_2) \cdot \gamma = (112 + 5.6) \cdot 0,2 = 23,52$$

Розрахунок для сектору 5:

$$\text{Сектор 5} - N_{\text{ТПУДР}} = (N_1 + N_2) \cdot \gamma = (88 + 4,4) \cdot 0,2 = 18,48$$

Пропускна спроможність вузлів доступу, залежить від кількості точок підключення, підключених до вузла доступу та пропускної спроможності, необхідної для надання всього набору ІКП, запитуваних користувачем, і розраховується за формулою:

$$\omega_{\text{ВД}} = \sum \omega_{\text{ІКП}} \cdot N_{\text{ТПВД}} \quad (2.20)$$

де:

$N_{\text{ТПВД}}$ – кількість точок підключення, підключених до ВД;

$\omega_{\text{ІКП}}$ – пропускна спроможність, яка необхідна для надання повного набору ІКП;

Розрахунок для сектору 1:

$$\text{Сектор 1} - \omega_{\text{ВД}_1} = 11425,936 \cdot 1250 = 14282420 \text{ Кбіт/с}$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахунок для сектору 2:

$$\text{Сектор 2} - \omega_{\text{ВД}_2} = 8495,668 \cdot 1250 = 10619585 \text{ Кбіт/с}$$

Розрахунок для сектору 3:

$$\text{Сектор 3} - \omega_{\text{ВД}_3} = 7818,032 \cdot 1250 = 9772540 \text{ Кбіт/с}$$

Розрахунок для сектору 4:

$$\text{Сектор 4} - \omega_{\text{ВД}_4} = 525,194 \cdot 112 = 58821,728 \text{ Кбіт/с}$$

Розрахунок для сектору 5:

$$\text{Сектор 5} - \omega_{\text{ВД}_5} = 332,632 \cdot 88 = 29271,616 \text{ Кбіт/с}$$

Висновок до другого розділу

Проаналізовано методику розрахунку показників навантаження мереж доступу. Описані основні поняття та визначення. Проаналізовано процес розрахунку інтенсивності навантаження локального сегменту мережі доступу, розрахунок пропускної спроможності локального сегменту мережі доступу. Наведено приклади розрахунку навантаження в мережі доступу із використанням проаналізованої та обраної методики. Отримані результати сформовано в таблиці. Розрахунок сумарної інтенсивності питомого навантаження локального сегменту лінії доступу. Розрахунок пропускної спроможності лінії доступу локального сегменту. Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускної спроможності транспортного сегменту мережі доступу. Оцінка пропускної спроможності вузлів доступу.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ НАВАНТАЖЕННЯ МЕРЕЖ ДОСТУПУ

3.1 Опис роботи програмного забезпечення

Для реалізації поставленої задачі було розроблене програмне забезпечення для операційної системи Windows за допомогою середовища розробки Visual Studio та мови програмування C#. Це програмне забезпечення містить п'ять вікон, кожне з яких виконує свою окрему функцію.

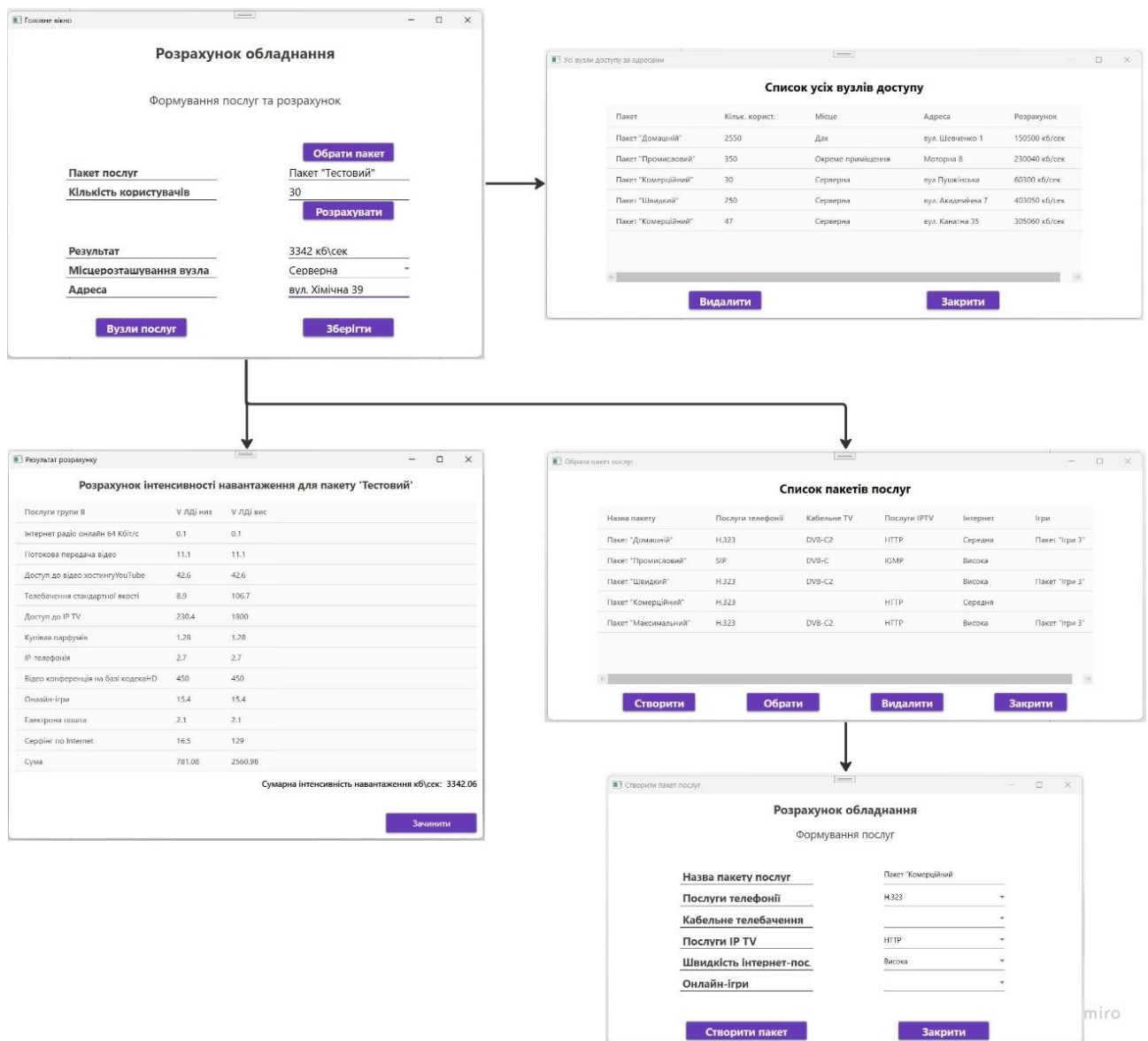


Рис. 3.1 - Схема залежності вікон

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

Завдяки технології WPF, яка відповідає за візуальне відображення програмного забезпечення, був розроблений функціональний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

У головному вікні відбувається розрахунок навантаження на вузол доступу, в залежності від кількості користувачів та обраного пакету послуг для даного вузла. Також у головному вікні, в залежності від навантаження можна спрогнозувати яке місце розташування вузла буде найбільш відповідним для даного обладнання та за допомогою селекту вибрати необхідне місце.. У полі “Адреса” можна вказати де саме буде розташовано вузол доступу. Після вводу усіх потрібних даних можна зберегти вузол всю інформацію по ньому у базу даних, яка містить усі вузли доступу, що були обчислені.

Рис. 3.2 - “Головне вікно програми”

У вікні “Усі вузли доступу за адресами”, скрін якого відображено на Рис.3.3, можна побачити список вузлів, що були збережені після обчислення. У таблиці відображено основні характеристики даного вузла, а саме: назва пакету, кількість користувачів. Також у даному вікні можна видалити дані за потреби.

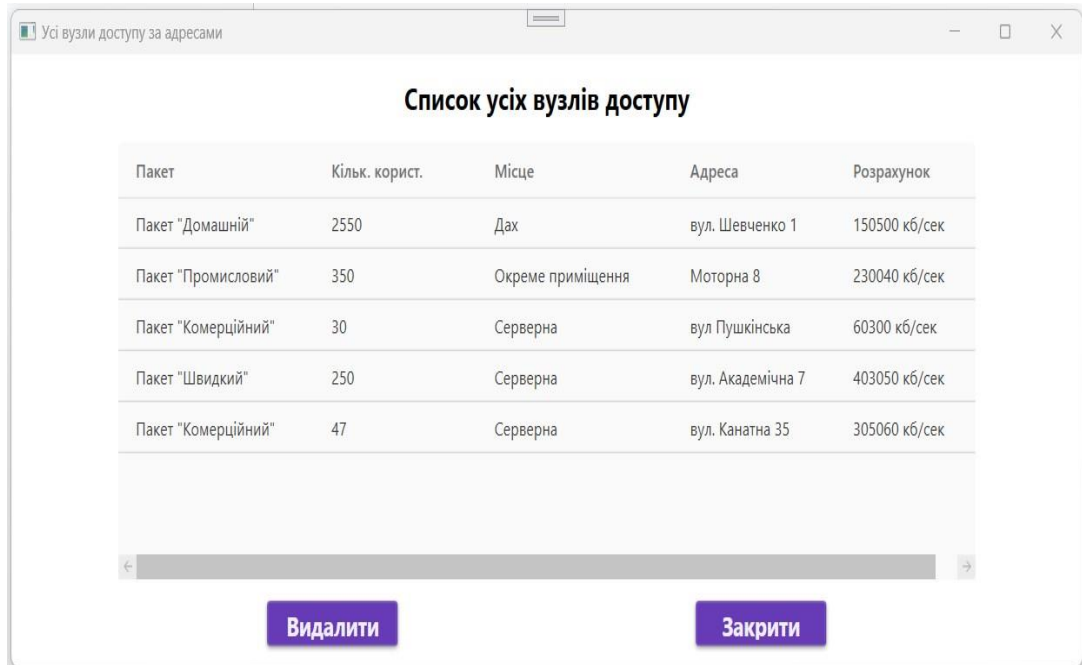


Рис 3.3 - Вікно програми “Усі вузли доступу за адресами”

У головному вікні також є можливість вибору пакету послуг, який доступний по натисканню на кнопку “Обрати послугу”.

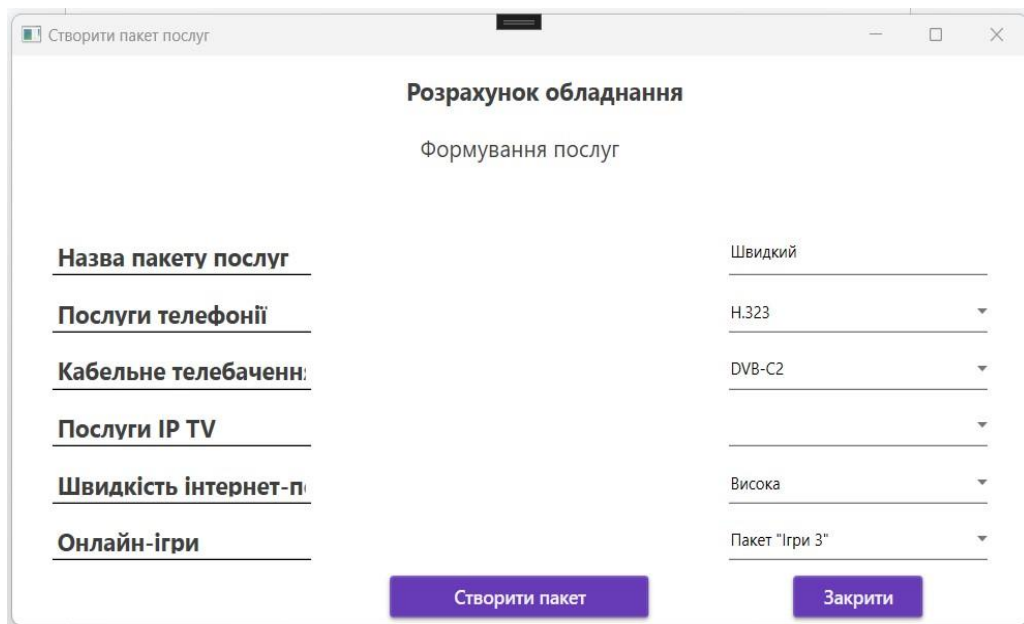


Рис. 3.4 - Вікно програми “Створити пакет послуг”

У вікні, що відкривається ми можемо побачити базу даних, яка містить у собі усі створені пакети послуг для різних вузлів доступу. У цьому вікні ми можемо обрати послугу із наявних або створити унікальну за допомогою кнопки “Створити послугу”. Також дане вікно містить функцію видалення послуги.

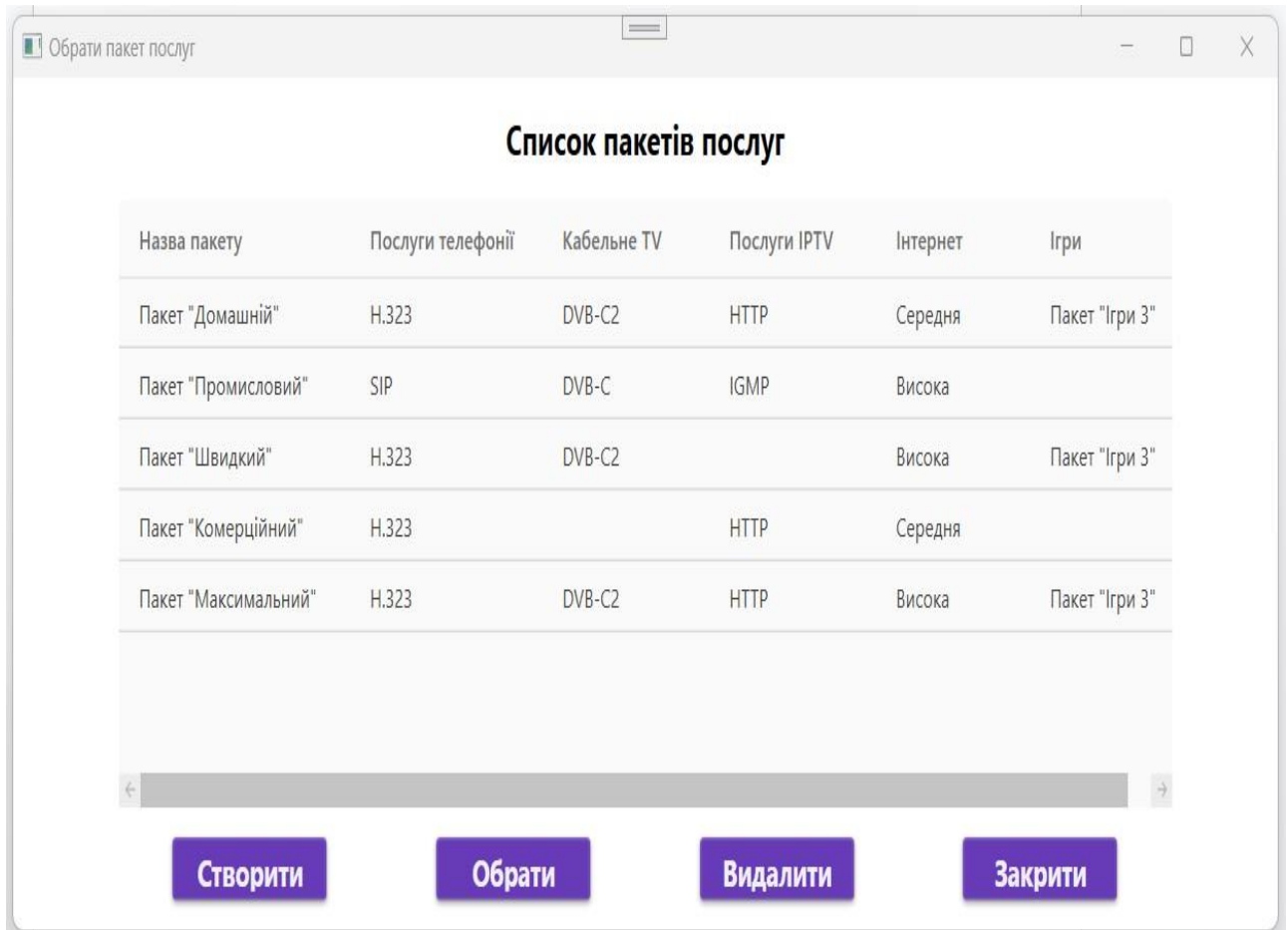


Рис.3.5 - Вікно програми “Обрати пакет послуг”

Натиснувши кнопку “Створити пакет” користувач переходить у вікно створення пакету. У вікні “Створити пакет послуг” ми можемо побачити різні комунікаційні послуги та їх варіації. Для того, щоб створити послугу потрібно обрати ті, які нам потрібні та натиснути кнопку “Створити”. Після цього програма передає дані у вікно “Обрати пакет послуг” і вже з нього можна вибрати потрібний пакет послуг. Дане вікно відображене на Рис. 3.5

3.2 Опис інтерфейсу користувача

Для запуску програми необхідно запустити відповідний файл load_calculation.exe, після чого відкривається головне вікно програми. У головному вікні користувач може за допомогою кнопки “Обрати пакет” вибрати потрібний набір послуг для конкретного вузла. Цей набір несе у собі не тільки технології, що застосовуються, а й набір характеристик для обчислення навантаження вузла доступу. Обравши пакет, характеристики поступають із бази даних у головне вікно. У тому ж вікні можна ввести кількість користувачів, для яких має бути надані певні технології. Далі користувач має змогу обчислити навантаження для даного вузла натиснувши кнопку “Розрахувати”. У полі “Результат” ми маємо змогу бачити результат обчислення. Далі користувач вводить місце розташування вузла, та адресу для якої призначається даний вузол доступу.

Для того, щоб користувач міг побачити усі сформовані вузли доступу необхідно натиснути відповідну кнопку, а саме “Вузли доступу”. У вікні “Список усіх вузлів доступу” ми можемо бачити відображення бази даних, яка містить у собі усі сформовані вузли доступу. У даному вікні ми можемо переглянути усі вузли, а також, за потреби, видалити ті, які нам потрібно. Приклад створених вузлів доступу приведений нижче, на Рис. 3.6

Пакет	Кільк. корист.	Місце	Адреса	Розрахунок
Пакет "Домашній"	2550	Дах	вул. Шевченко 1	150500 кб/сек
Пакет "Промисловий"	350	Окреме приміщення	Моторна 8	230040 кб/сек

Рис. 3.6 - Приклад створених вузлів доступу

Для того щоб із головного вікна користувач міг потрапити до списку пактів послуг йому необхідно натиснути кнопку “Обрати пакет”. Після цього

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

програма переходить до вікна вибору пактів послуг. У цьому вікні ми можемо бачити відображення бази даних, яка містить створені пакети послуг з переліком певних технологій, що використовуються у даному пакеті. Якщо користувач обирає пакет послуг, то програма ідентифікує технології та передає певні характеристики до головного вікна по натисканню кнопки “Обрати”. Якщо користувачу потрібно створити новий пакет послуг, то необхідно натиснути кнопку “Створити”. Після цього програма відкриває вікно створення послуги. У цьому вікні користувач має змогу за допомогою випадаючих списків (Рис 3.7.) обрати тип технології для пакету, що створюється.



Рис 3.7 - Випадаючі списки для обрання типу технології

Далі натиснувши на кнопку “Створити” створюється новий пакет послуг та програма переключается автоматично на вікно вибору пакету послуг. І вже з цього вікна користувач обирає щойно створений пакет послуг. На Рис.3.8, що наведений нижче, відображено приклад створених пакетів послуг.

Назва пакету	Послуги телефонії	Кабельне TV	Послуги IPTV	Інтернет	Ігри
Пакет "Домашній"	H.323	DVB-C2	HTTP	Середня	Пакет "Ігри 3"
Пакет "Промисловий"	SIP	DVB-C	IGMP	Висока	
Пакет "Швидкий"	H.323	DVB-C2		Висока	Пакет "Ігри 3"

Рис. 3.8 - Приклад створених пакетів послуг

Далі натиснувши кнопку “Обрати” вибирає пакет послуг на переходить у головне вікно програми, де і відбуваються подальші дії з обчислення навантаження на вузол доступу.

Для більш наглядного відображення залежності вікон, між якими користувач переміщується у процесі користування програмою була приведена схема вікон на Рис.3.8.

В якості прикладу розрахунків показників навантаження наведено розрахунки для пакету послуг «Тестовий». Інформація щодо пакету послуг зображено на рисунку 3.9. Пакету послуг відповідає свій набір послуг, кожна з яких має свій ідентифікатор. В таблиці, що є вихідними даними до розрахунків, відповідно до ідентифікатору послуг містяться значення параметрів кожної послуги, що приймають участь в розрахунках. Вихідними даними для розрахунків є значення в таблиці, що відповідають послугам даного пакету. Результати розрахунків відображаються в формі, що наведено на рисунку 3.10.

Рис. 3.9 – Формування послуг та розрахунок для пакету послуг «Тестовий»

Результат розрахунку

Розрахунок інтенсивності навантаження для пакету 'Тестовий'

Послуги групи В	V ЛДі низ	V ЛДі вис
Інтернет радіо онлайн 64 Кбіт/с	0.1	0.1
Потокова передача відео	11.1	11.1
Доступ до відео хостингуYouTube	42.6	42.6
Телебачення стандартної якості	8.9	106.7
Доступ до IP TV	230.4	1800
Купівля парфумів	1.28	1.28
IP-телефонія	2.7	2.7
Відео конференція на базі кодекаHD	450	450
Онлайн-ігри	15.4	15.4
Електронна пошта	2.1	2.1
Серфінг по Internet	16.5	129
Сума	781.08	2560.98

Сумарна інтенсивність навантаження кб\сек: 3342.06

Зачинити

Рис. 3.10 – Розрахунки показників навантаження для пакту послуг «Тестовий»

3.3 Опис системи для розробника

Програма написана на мові програмування C#, який є сучасною мовою об'єктно-орієнтованого програмування, та технічно повністю відповідає вимогам для реалізації поставленої задачі у даному дипломному проекті. Для реалізації програмного забезпечення з розрахунку вузлів доступу були створені чотири вікна та розроблена схема взаємодії між ними. На Рисунку 3.11 відображено схему взаємодії блоків програми, що були використані у даному дипломному проекті. На ньому наглядно видно, які блоки були розроблені, та яким чином вони пов'язані один з одним.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

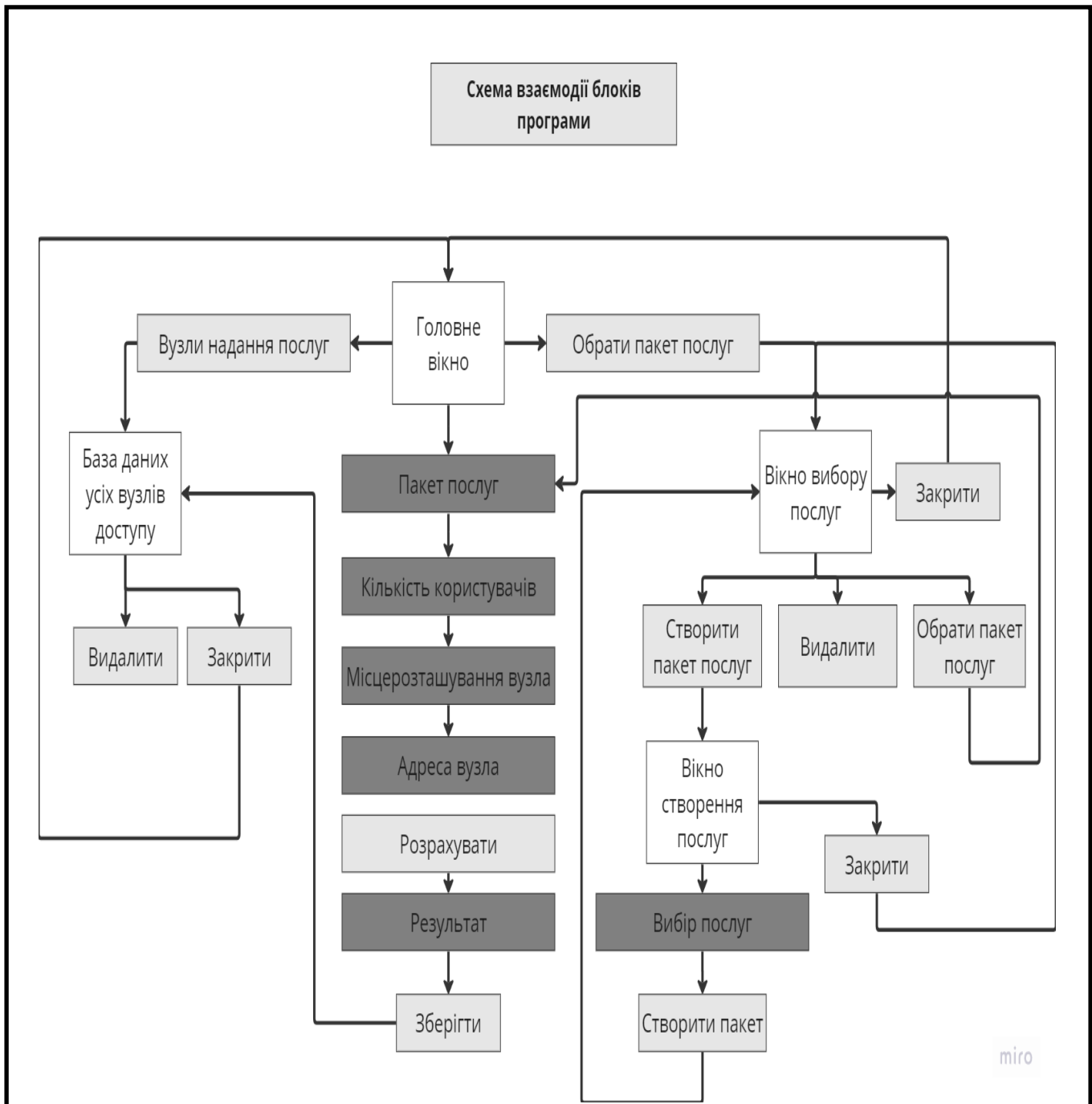


Рис. 3.11 - Схема взаємодії блоків програми

Мова C# є об'єктно-орієнтованою мовою програмування, саме такий принцип був використаний для створення програмного забезпечення у цій дипломній роботі. Основними об'єктами у цій програмі є екземпляри класів такі, як пакети послуг та сформовані вузли доступу з розрахунком.

На Рис. 3.12 нижче можна побачити частину програмного коду, на якому зображено клас пакету послуг з його властивостями, які відповідають певним характеристикам цього пакету.

```

public class ServicePack
{
    0 references
    public string Name { get; set; }
    0 references
    public string Phone_node { get; set; }
    0 references
    public string Cable_node { get; set; }
    0 references
    public string IPTV_node { get; set; }
    0 references
    public string Internet_node { get; set; }
    0 references
    public string Games_node { get; set; }
}

```

Рис. 3.12 - Клас пакету послуг та його властивості

Клас, за допомогою якого створюються екземпляри вузлів доступу приведений нижче, на Рис.3.13. На ньому видно код програми, який містить оголошення класу та відповідно його властивостей, таких як пакет

```

public class ServiceNodes
{
    1 reference
    public ServicePack ServicePack { get; set; }
    0 references
    public string AbNumber { get; set; }
    0 references
    public string Place { get; set; }
    0 references
    public string Adress { get; set; }
    1 reference
    public string Result { get; set; }
}

```

Рис. 3.13 - Клас вузлів доступу та його властивості

Наступний фрагмент коду відповідає за створення діалогового вікна, яке створюється за допомогою натискання кнопки у головному вікні програми “Обрати послугу”. Після того, як кнопка була натиснута створюється діалогове вікно, яке після його закриття повертає певну інформацію. У даному випадку

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

так, щоб дати розробнику максимальний контроль за всіма аспектами виконання програми. Мова активно розвивається, нові покращення з'являються набагато швидше, ніж у інших мовах програмування.

C# є строго типізованою мовою. Кожна змінна та константа має тип, як і кожен вираз, результатом обчислення якого є значення. Кожне оголошення методу задає ім'я, тип і вид (значення, посилання або висновок) для кожного вхідного параметра та значення, що повертається. У бібліотеці класів .NET визначено вбудовані числові типи та комплексні типи, що становлять різноманітні конструкції.

Візуальне відображення інтерфейсу десктопної програми було реалізовано за допомогою платформи WPF. Платформа WPF - одна з останніх моделей проектування інтерфейсу користувача (GUI), що використовується в рамках Microsoft .NET. Існує багато подібних фреймворків, але цей фреймворк відрізняється від інших більш гнучким функціями та плагінами.

Також була використана база даних MySQL, що якнайкраще підходить для збереження даних при розробці програмного забезпечення у середовищі Visual Studio.

Висновок до третього розділу

У розділі Реалізація автоматизованої системи розрахунку показників навантаження мереж доступу наведено:

- Опис роботи програмного забезпечення;
- Опис інтерфейсу користувача;
- Опис системи для розробника;
- Технології реалізації автоматизованої системи.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Техніко-економічний аналіз передбачуваного проекту

4.1.1 Класифікаційна оцінка проекту

Клас – монопроект, так як це проект з чіткими завданнями.

Тип – організаційно-технічний: забезпечення якості обслуговування користувачів мережі доступу.

Вид – дослідно-інноваційний.

Тривалість – короткостроковий.

Рівень – галузевий.

4.1.2 Призначення проекту

Проект призначається в першу чергу для вирішення проблеми, які стали вельми помітними особливо в 2020 році, це задоволення потреб користувачів у сучасних інтерактивних інфокомунікаційних послугах та модернізація обладнання мережі для якісного доступу до мережу доступу.

Головним призначенням модернізації мережі доступу в населеному пункті Холодна Балка – це підвищення рівня якості послуг які надаються користувачам, збільшення швидкості доступу, мінімізація часу доступу до мережі, зведення до мінімуму часу затримки пакетів в мережі та мінімізація ймовірності помилок.

В дипломній роботі запропоновано реалізувати забезпечення якості обслуговування користувачів шляхом аналізу обладнання та його подальшої заміни, проведенням аналізу технологій PON – вибору оптимальної технології для модернізації мережі доступу.

Актуальність теми дослідження обґрунтована ще й тим, що зараз спостерігається різкий зріст користувачів мереж, який спричинений пандемією,

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

карантином та карантинном вихідного дня. В першу чергу підвищення якості віддаленого навчання а віддаленої роботи за рахунок надання максимально якісного доступу.

Об'єктом дослідження є побудова мережа доступу.

Предметом – є методика побудови сучасної мережі доступу.

Метою роботи є надання мешканцям селища широкого спектру інфокомунікаційних послуг з нормативної якості, за рахунок побудови нової або модернізації, вже існуючої, мережі доступу на базі сучасної оптичної технології *PON*.

4.1.3 Методи, використані у дипломній роботі

Таблиця 4.1 – Дослідження методів

Метод	Позитивні сторони	Негативні сторони
Аналіз обладнання та його заміна	- Підвищення якості обслуговування користувачів - Можливість виявлення застарілого обладнання	- Високі витрати на заміну обладнання
Аналіз технологій PON	- Вибір оптимальної технології для модернізації мережі доступу	- Специфічні технічні та фінансові обмеження впровадження нової технології
Експертна система	- Швидка оцінка можливостей реалізації проекту - Врахування різних показників для аналізу можливості проекту	- Обмеження в точності прогнозів та рекомендацій експертної системи

4.1.5 Життєвий цикл проекту

Поняття життєвого циклу проекту важливе для дослідження й аналізу проблем фінансування пов'язаних з ним робіт і прийняття відповідних управлінських рішень під час його реалізації.

Життєвий цикл проекту (проектний цикл) – це період від народження ідеї до завершення та закриття проекту.

Проектний цикл слід віднести окремі стадії або так звані етапи розвитку, які називаються фазами. Найчастіше виокремлюють саме: доінвестиційну, реалізації та експлуатації.

До інвестиційна фаза включає аналіз умов для втілення проектного задуму; розробку концепції проекту; розробку бізнес-плану та попереднє обґрунтування інвестицій, оцінку життєздатності проекту.

На етапі розробки концепції проекту визначають кінцеві цілі проекту і виявляють можливі шляхи їх досягнення.

Цей етап охоплює в собі чітко сформульовані основні характеристики проекту, до яких в свою чергу відносяться:

- наявність альтернативних технічних и технологічних можливостей; тривалість та попит на продукцію проекту;
- рівень базових і прогнозованих цін на послуги;
- перспективи експорту продукції;
- складність проекту;
- співвідношення витрат на реалізацію проекту і його результатів.

На основі цих та інших показників попередньо аналізують можливості реалізації проекту, нерідко для таких цілей використовується допомогою експертна система. Етап оцінки життєздатності проекту передбачає стисле ТЕО. Далі формують конкретні цілі й обмеження, а також визначають вартість проекту з точністю 25 – 40%.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Результатом такої оцінки життєздатності проекту є обґрунтування переваги обраної альтернативи перед іншими. Після цього інвестор, або замовник має переконатися, що вироблена, в результаті реалізації проекту, продукція, протягом життєвого циклу, матиме стабільний попит, достатній для призначення ціни, яка б забезпечила покриття витрат на експлуатацію й обслуговування об'єктів проекту, швидку окупність капіталовкладень.

Проектний продукт має бути підданий таким видам аналізу: технічному, комерційному, екологічному, організаційному, соціальному.

Розглянемо ті критеріями життєздатності проекту, які класифіковані на початку оцінки проекту.

Технічний аналіз дає змогу виявити техніко-економічні альтернативи; варіанти місцезнаходження об'єкта; масштаб і обсяг проекту; терміни реалізації проекту загалом і за фазами; доступність і достатність сировини та інших необхідних ресурсів.

Організаційний – оцінка організаційних, правових, політичних та адміністративних умов, в яких має реалізуватися й експлуатуватися проект.

Після визначення життєздатності проекту і прийняття рішення про початок його здійснення складають план робіт, тобто структурно визначену послідовність етапів робіт, які виконують задля досягнення визначеного комплексу цілей (хто й що має робити і в які терміни). На основі плану робіт складають докладний календарний графік робіт або мережного графіку, що дає змогу точніше оцінити вартість проекту.

4.2 Організаційне забезпечення проекту

4.2.1. До основних завдань, вирішення яких веде до досягнення поставленої мети належать наступні.

1. Проаналізувати необхідність модернізації, враховуючі всі зміни станом на 2020 рік.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2. Охарактеризувати реальну територію, де планується оновити обладнання доступу, порівнявши з минулою МД.

3. Провести аналіз зростання попиту на інтерактивні (ІКП) для вирішення проблем для учнів, студентів, робітників.

4. Провести аналіз ІКП послуг:

- Оновити необхідний перелік ІКП, який буде надавати модернізована мережа, враховуючі зростання потреби саме в інтерактивних послугах;
- розглянути характеристики та параметри ІКП.

5. Розділити користувачів на кілька груп за призначенням.

6. Модернізувати майбутню структуру мережі доступу:

- проаналізувати топологію, фізичну структуру та технологію мережі;

7. Провести аналіз оптимального обладнання, для цього побудувати порівняльну таблицю для вузлів доступу, порівнюючи їх, визначення його обсягу з урахуванням зростання попиту на послуги, що надаються, для реалізації мережі.

8. Розробка модернізованої моделі з урахуванням усіх особливостей приміського населеного пункту Холодна Балка та сучасні проблеми зв'язані з збільшенням навантаження.

Таблиця 4.3 – Склад робіт проекту, їх тривалість

Код роботи	Найменування роботи	Т (дні)	Код Попередньої роботи
0-1	Розробка технічного завдання	9	-
1-2	Збір даних	7	0-1
2-3	Аналіз існуючої мережі	7	1-2
3-4	Проведення аналізу положення	9	2-3

Продовження таблиці – 4.3

4-5	Встановлення потреби в результатах	5	3-4
4-6	Затвердження концепції	4	3-4
5-7	Встановлення ділових контактів, вивчення цілей, мотивів, вимог	5	4-5
6-7	Розвиток концепції, планування наочної області інших елементів проекту	4	4-6
7-8	Розробка і затвердження звітнього плану	6	4-7; 6-7
7-9	Організація виконання робіт	10	4-7; 6-7
8-10	Інформаційний контроль за виконанням робіт	6	7-8
9-10	Детальне проектування і технічні специфікації	8	7-9
10-11	Керівництво і координація робіт, коректування основних показників проекту	10	8-10; 9-10
11-12	Підтвердження закінчення робіт	4	10-11
11-13	Експлуатаційні випробування остаточного продукту проекту	6	10-11
12-14	Підготовка кадрів по експлуатації проекту	5	11-12
13-14	Підготовка документів і здача проекту замовникові	9	11-13
14-15	Оцінка результатів проекту і підведення підсумків	4	13-14; 12-14

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

15	Оцінка підсумкових документів і закриття проекту	10	14-15
		$\Sigma=110$	

4.2.3 Побудова мережного графіка

За даними таблиці 4.1 будується мережевий графік проекту:

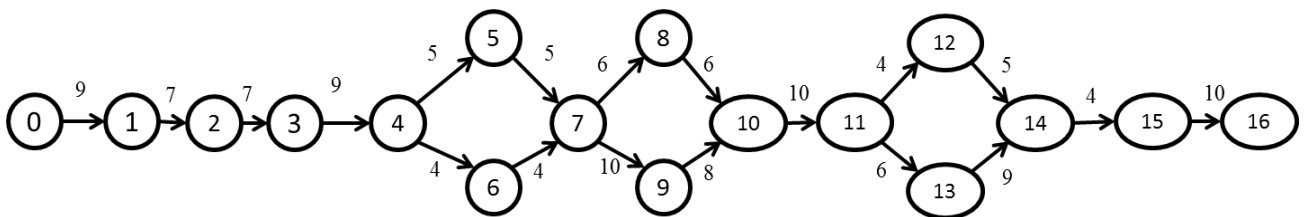


Рис. 4.1 - Мережевий графік проекту

4.2.4 Розрахунок параметрів робіт мережного графіка

Проводиться розрахунок параметрів мережного графіка:

- $t_{р.н.}$ – ранній початок роботи;
- $t_{р.о.}$ – раннє закінчення роботи;
- $t_{п.н.}$ – пізніший початок роботи;
- $t_{п.о.}$ – пізнє закінчення роботи;
- R_c – вільний резерв часу;
- R_i – резерв часу події;
- Lk_p – тривалість критичного шляху.

Розрахунок параметрів мережного графіку зведемо у таблицю 4.4:

Таблиця 4.4
Параметри робіт мережного графіка

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Попередня робота	Робота		Ранній строк			Пізній строк			R _i
	i	j	t _{рн}	t _{ij}	t _{ро}	t _{пн}	t _{по}	R _c	
-	0	1	1	9	9	2	10	100	0
0-1	1	2	9	7	15	10	16	94	1
1-2	2	3	15	7	21	16	22	88	1
2-3	3	4	21	9	29	22	30	80	1
3-4	4	5	29	5	33	30	34	76	0
3-4	4	6	33	4	36	34	37	73	1
4-5	5	7	36	5	40	37	41	69	1
4-6	6	7	40	4	43	41	44	66	1
4-7; 6-7	7	8	43	6	48	44	49	61	1
4-7; 6-7	7	9	48	10	57	49	58	52	1
7-8	8	10	57	6	62	57	63	47	1
7-9	9	10	62	8	69	63	70	40	0
8-10; 9-10	10	11	69	10	78	70	79	31	1
10-11	11	2	8	4	83	79	84	26	1
10-11	11	13	81	6	86	82	87	23	0
11-12	12	14	86	5	90	87	91	19	0
11-13	13	14	90	9	98	91	99	11	0
12-14; 13-14	14	15	98	4	101	99	102	8	1
14-15	15	16	101	10	110	102	111	0	1

Визначення критичного шляху: 0-1-2-3-4-6-7-8-10-11-12-14-15-16

4.2.5 Маркетингове обґрунтування проекту

Даний проект є актуальним, особливо в зв'язку з подіями останнього часу, коли збільшується кількість користувачів, а відповідно і навантаження на мережу. Провівши аналіз – зрозуміло, що на необхідність модернізації найбільше впливали наступні фактори. Поява нових користувачів – молодшого віку (школярі молодших класів), які раніше не користувалися інтерактивними

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

послуга під час навчання і старшого віку (вчителі старшого віку), які раніше взагалі не користувалися онлайн послугами, а зараз змушені освоювати комп'ютери та виходити в онлайн для роботи. Необхідність в нових ІКП послугах інтерактивного характеру, саме для них важлива якість (мінімізація помилок, час доступу та ін.) роботи. Все фактори, які зазначені вище збільшили навантаження на мережу.

До чинників, що визначають доцільність впровадження проекту з модернізацією мережі відносяться:

- підвищення оперативності роботи;
- підвищення надійності ходу технологічного процесу;
- зниження до мінімального значення кількості помилок;
- вивільнення персоналу до оптимальної кількості.

4.3 Економічні розрахунки проекту

4.3.1 Розробка бізнес рішення / стартапу

Назва проекту: Дослідження показників навантаження мереж доступу та автоматизація їх розрахунків

Опис проекту:

Наш стартап фокусується на аналізі навантаження мереж доступу з метою оптимізації їх ефективності та автоматизації процесів розрахунків. Ми прагнемо створити інноваційні інструменти та алгоритми, які дозволять проводити швидкий та точний аналіз навантаження мереж, враховуючи їхню працездатність та споживану енергію.

Мета проекту:

- Розробка програмних інструментів для збору та аналізу даних щодо навантаження мереж доступу.
- Створення алгоритмів для автоматичного розрахунку оптимального навантаження та ефективного використання ресурсів.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- Підвищення продуктивності та ефективності мереж доступу через оптимізацію їх роботи на основі аналізу даних.

Очікувані результати:

- Створення програмного забезпечення, яке здатне автоматично аналізувати та прогнозувати навантаження мережі.
- Зменшення часу на проведення аналізу та прийняття оптимальних рішень щодо роботи мереж доступу.
- Підвищення ефективності роботи мереж та зменшення витрат енергії через оптимізоване використання ресурсів.

Стратегія розвитку:

- Проведення пілотних проектів з впровадження розроблених інструментів у реальних умовах.
- Співпраця зі спеціалізованими компаніями та провайдерами мережевих рішень для тестування та вдосконалення продукту.
- Постійне оновлення і удосконалення програмного забезпечення на основі отриманих даних та зворотного зв'язку від користувачів.

4.3.2 Визначення трудомісткості розробки ПП

Розрахунок трудомісткості програмного продукту, що розробляється, проводиться за формулою:

$$T_{ПП} = T_{ТЗ} + T_{ТП} + T_{РП} + T_{ВН}, \quad (4.1)$$

де: $T_{ТЗ}$ – трудомісткості розробки технічного завдання створення ПП;

$T_{ТП}$ – трудомісткості розробки технічного проекту ПП;

$T_{РП}$ – трудомісткості розробки робочого проекту ПП;

$T_{ВН}$ – трудомісткості впровадження розробленого ПП;

Розраховуючи трудомісткість, необхідно враховувати, що програмний засіб (ПЗ) по ступеню новизни, що розробляється, є ПЗ, яке має аналог. Крім того, по типу ПЗ даний проект належить до системи автоматизованих розрахунків, а значить його трудомісткість складає 414 людино/г.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахунок трудомісткості розробки технічного проекту розраховується за наступній формулою 5.2.

$$T_{ТЗ} = T_y * L_1 * \kappa_n, \quad (4.2)$$

де T_y – укрупнена форма часу на розробку аналога ПЗ, людино/г, яка корегується поправочним коефіцієнтом κ_n , враховуючи умови розробки за допомогою комп'ютеру ($\kappa_n = 0.7$).

L_1 – питома вага даного етапу розробки з урахуванням ступеню новизни становить 0.1.

κ_n – поправочний коефіцієнт, враховуючи ступінь новизни ($\kappa_n = 0.7$).

$$T_{ТЗ} = (414 * 0.7) * 0.1 * 0.7 = 20.3 \quad (\text{людина} - \text{дні}).$$

Розрахунок трудомісткості розробки технічного проекту проводиться за формулою 5.3.

$$T_{ТП} = T_y * L_2 * \kappa_n, \quad (4.3)$$

де L_2 – питома вага даного етапу розробки з урахуванням ступеню новизни становить 0.15.

$$T_{ТП} = (414 * 0.7) * 0.15 * 0.7 = 30,4 \quad (\text{людина} - \text{дні}).$$

Розрахунок трудомісткості розробки робочого проекту проводиться за формулою 5.4.

$$T_{РП} = T_y * L_3 * \kappa_n * \kappa_T, \quad (4.4)$$

де L_3 – питома вага даного етапу розробки з урахуванням ступеню новизни становить 0.7.

κ_T – поправочний коефіцієнт, враховуючи ступінь використання в розробці типових програм ($\kappa_T = 0.8$).

$$T_{РП} = (414 * 0.7) * 0.55 * 0.7 * 0.8 = 89,3 (\text{людина} - \text{дні}).$$

Розрахунок трудомісткості впровадження проводиться за формулою 4.5

$$T_{ВН} = T_y * L_4 * \kappa_n, \quad (4.5)$$

					KPM.KI.1.884-03.2.7	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де L_4 – питома вага даного етапу розробки з урахуванням ступеню новизни становить 0.2.

$$T_{BH} = (414 * 0.7) * 0.2 * 0.7 = 40,6 \quad (\text{людина-дні}).$$

В таблиці 5.3 приведено розрахунок трудомісткості розробки проекту
Тривалість розробки ПП визначається за формулою 5.6.

$$T_{ПП} = \sum T_{ij} / (5 * 0.73 * 360), \quad (4.6)$$

де $\sum T_{ij}$ – сумарна тривалість розробки, г;

- 6 – тривалість робочого дня, г;
- 0.73 – коефіцієнт переведу у календарні дні;
- T_{ij} – тривалість виконання j-го виду роботи по i-му етапу.

Таблиця 4.5 – Розрахунок трудомісткості проекту

Назва етапу	Розрахунок, дні
1.Технічне завдання	$T_{ТЗ} = 20,3$, $T_{КК} = 0.7 * N_{ТЗ} = 0.7 * 20,3 = 14,21$, $T_{НК} = 0.15 * N_{ТЗ} = 0.15 * 20,3 = 3.05$
2.Розробка технічного проекту	$T_{ТП} = 30,4$, $T_{КК} = 0.7 * N_{ТП} = 0.7 * 30,4 = 21,28$, $T_{НК} = 0.15 * N_{ТП} = 0.15 * 30,4 = 4,56$
3.Розробка робочого проекту	$T_{РП} = 89,3$, $T_{КК} = 0.7 * N_{РП} = 0.7 * 89,3 = 62,51$, $T_{НК} = 0.15 * N_{РП} = 0.15 * 89,3 = 13.395$
4.Відладка та впровадження	$T_{BH} = 40,6$, $T_{КК} = 0.7 * N_{BH} = 0.7 * 40,6 = 28,42$, $T_{НК} = 0.15 * N_{BH} = 0.15 * 40,6 = 6,09$
Усього:	$\sum T_{ij} = 20,3 + 14,21 + 3,05 + 30,4 + 21,28 + 4,56 + 89,3 + 62,51 + 13.395 + 40,6 + 28,42 + 6,09 = 334,115$

$$T_{ПП} = 334,115 / (5 * 0.73 * 360) = 334,115 / 1314 = 0,2542 \text{ (років)}.$$

$$T_{ПП} = 0,2542 * 360 = 91,512 \text{ (днів)}$$

4.3.2 Визначення ціни проекту

Для визначення ціни необхідно розрахувати основну заробітну плату працівників, матеріальні витрати, вартість машино-години та інші витрати на розробку продукту. Розрахунок проводиться за формулою 5.7.

$$Ц = K * C + П_p, \quad (4.7)$$

– K – коефіцієнт обліку витрат на виготовлення дослідного зразка ПП як продукції виробниче технічного призначення ($K = 1.1$).

– C – витрати на розробку продукції (кошторисна собівартість).

– $П_p$ – нормативний прибуток.

Розрахунок нормативного прибутку проводиться за формулою 5.8.

$$П_p = (C - C_M) * P_n / 100, \quad (4.8)$$

– C_M – матеріальні витрати, грн.

– P_n – норматив рентабельності приймається рівним 25%.

$$П_p = (47474 - 3550) * 0,25 = 1098,1$$

Розрахунок матеріальних витрат приведено в таблицях 4.4

Таблиця 4.6 – Розрахунок витрат на відрядження

Найменування матеріалу	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Канцтовари			550
Папір	15	60	900
Виготовлення ксерокопій креслень			950
Виготовлення рекламних листівок	100	2	200
Дискети, CD-диски, Flash-накопичувачі			950
Всього			3550

$$Ц = 1.1 \cdot 47474 + 1098,1 = 53319,5$$

Основна заробітна плата враховує основну заробітну плату виконавця, безпосередньо зайнятого розробкою даного ПП, з урахуванням його посадового окладу та часу участі в розробці. Розрахунок виконується за формулою 4.9.

$$C_{zo} = \sum (Z_i * K_0 / Dp) * \tau_i, \quad (4.9)$$

Де:

- Z_i – середньомісячний оклад і-того виконавця, грн.
- K_0 – коефіцієнт обліку окладу керівників і консультантів проекту приймається рівним 0.1.
- Dp – середня кількість робочих днів в місяці приймається рівною 21 дню.
- τ_i – трудомісткість робіт, що виконуються і-тим виконавцем, людино/дні.

У розробці задіяні постановник задачі та розробник проекту (мережі), середньомісячний оклад яких складає 10800, 5000 грн. відповідно.

Трудомісткості робіт складають 91,512 чол-дні.

$$C_{zo} = \frac{10800 * 0.1 * 40}{21} + \frac{5000 * 91,512}{21} = 2057,1 + 21788,6 = 23845,7.$$

Розрахунок додаткової заробітної платні враховує всі виплати безпосереднім виконавцям за час непропрацьований на виробництві, у тому числі: оплата чергових відпусток, компенсації за недовикористану відпустку, оплати пільгового годинника підліткам та ін. і проводиться за формулою (4.10).

$$C_{zd} = C_{zo} * K_d, \quad (4.10)$$

де K_d – коефіцієнт відрахувань на заробітну платню приймається рівним 0.1.

$$C_{zd} = 23845,7 * 0.1 = 2385,57(\text{грн}).$$

Розрахунок відрахувань на соціальне страхування враховує відрахування до бюджету соціального страхування за встановленим державою тарифом від

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

суми основної і додаткової заробітної платні і розраховується за формулою (5.11).

$$C_{cc} = K_{cc} * (C_{зо} + C_{зд}), \quad (4.11)$$

Де: K_{cc} – коефіцієнт відрахувань на соціальне страхування приймається рівним 0,22, він є єдиним соціальним неском.

$$C_{cc} = 0,22 * (23845,7 + 2385,57) = 5770,87(\text{грн.})$$

Загальновиробничі витрати розраховуються за формулою 4.12 і враховують витрати на загальногосподарські витрати, позавиробничі витрати і витрати на управління.

$$C_H = K_H * C_{зо}, \quad (4.12)$$

де K_H – коефіцієнт накладних витрат приймається рівним 0.5.

$$C_H = 0.5 * 23845,7 = 11922,85(\text{грн.}).$$

В таблиці 4.7 представлена кошторисна собівартість ПП.

Таблиця 4.7 – Сметна вартість ПП

Назва категорії витрат	Кошторисна собівартість, грн.
Основна заробітна плата	23845,7
Додаткова заробітна плата	2384,57
Відрахування на соціальне страхування	5770,87
Матеріальні витрати	3550
Загальновиробничі витрати	11922,85
Сумарна собівартість	47474

4.3.3 Визначення капітальних і поточних витрат

Розрахунок капітальних витрат, пов'язаних з впровадженням (вдосконаленням) ІС здійснюється за формулою 5.13.

$$K_2 = K_{II} + K_{KO} + K_{DO} + K_B, \quad (4.13)$$

- K_{II} – передвиробничі витрати;
- K_{KO} – вартість комп'ютерного устаткування(
- K_{DO} – вартість допоміжного устаткування, необхідного для надійної роботи мережі доступу;
- K_B – вартість будівництва (реконструкції) у зв'язку з впровадженням мережі доступу.

Передвиробничі витрати – всі витрати, пов'язані з проектуванням, розробкою, відладкою та впровадженням програмного забезпечення, навчання обслуговуючого систему персоналу, перепідготовка частини персоналу підприємства та інші передвиробничі витрати розраховуються за формулою 4.14.

$$K_{II} = Ц * 1.0. \quad (4.14)$$

Таким чином, K_{II} приймаються у розмірі 100% від вартості розробленого ПП і становлять:

$$K_{II} = 53319,5 * 1.0 = 53319,5(\text{грн}).$$

Спеціальне комп'ютерного устаткування вартістю 121000 грн, додаткове 8900 грн. Будівництво, пов'язане з впровадженням проекту приблизно 15000 грн. З цього виходить, що величина капітальних витрат складає:

$$K_2 = 53319,5 + 121000 + 8900 + 15000 = 198219,5(\text{грн}).$$

Розрахунок поточних витрат, пов'язаних з впровадженням інформаційної системи здійснюється за формулою 5.15. Основними користувачами програми є адміністратор та інженер самого проекту, в разі модернізації. Тобто при модернізації скорочено одного робітника.

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$C = C_{\text{опл}} + C_A + C_{\text{ел}} + C_P + C_{\text{доп}} + C_{\text{п}}, \quad (4.15)$$

Де:

- $C_{\text{опл}}$ – річний фонд основної і додаткової оплати праці персоналу, обслуговуючого мережі;
- C_A – сума річних амортизаційних відрахувань від вартості основного і допоміжного устаткування мережі;
- $C_{\text{ел}}$ – вартість витрат на електроенергію за рік;
- C_P – вартість річного ремонту основного і допоміжного устаткування;
- $C_{\text{доп}}$ – річна вартість допоміжних матеріалів, пов'язаних з експлуатацією мережі;
- $C_{\text{п}}$ – вартість річного утримання приміщень.

Модернізована мережа дозволить скоротити робітника, залишиться 2 робітники, з оплатою 45 грн./год кожен. Тобто виходить економія за рік 82125 грн на одному робітнику, який був скорочений.

Річний фонд основної заробітної платні персоналу, обслуговуючого мережу розраховується за формулою 5.16.

$$Z_{\text{опл}} = \sum \chi_{ci} * z_{ci} + \sum \chi_{pj} * t_{cj} * \Phi_{pj}, \quad (4.16)$$

- χ_{ci}, χ_{pj} – чисельність, відповідно, фахівців і-ї категорії та j-того розряду, обслуговуючих ІС;
- t_{cj} – годинна тарифна ставка робочого j-того розряду;
- Φ_{pj} – річний фонд робочого часу j-того розряду приймається рівним 1825 годин.

До модернізації:

$$Z_{\text{опл}} = 3 \cdot 45 \cdot 1825 = 246375 \text{ (грн.)}$$

Після модернізації:

$$Z_{\text{опл}} = 2 \cdot 45 \cdot 1825 = 164250 \text{ (грн.)}$$

Фонд додаткової заробітної платні розраховується за формулою 4.17.

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} * K_{\text{доп}}, \quad (4.17)$$

					KPM.KI.1.884-03.2.7	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де $K_{доп}$ – коефіцієнт додаткової заробітної платні, приймається рівним 0.1.

До модернізації:

$$З_{доп} = 246375 * 0.1 = 24637,5(\text{грн.})$$

Після модернізації:

$$З_{доп} = 164250 * 0.1 = 16425(\text{грн.}).$$

Розрахунок нарахувань на заробітну платню проводиться за формулою 4.18.

$$З_{НАР} = (З_{ОСН} + З_{доп}) * K_B, \quad (4.18)$$

де K_B – коефіцієнт відрахувань на соціальні потреби, приймається рівним 0.22.

До модернізації:

$$З_{НАР} = (246375 + 24637,5) * 0.22 = 59842,75(\text{грн.})$$

Після модернізації:

$$З_{НАР} = (164250 + 16425) * 0.22 = 39708,9(\text{грн.}).$$

Таким чином, загальні витрати на оплату праці розраховуються за формулою 5.19.

$$C_{опл} = З_{ОСН} + З_{доп} + З_{НАР}, \quad (4.19)$$

До модернізації:

$$C_{опл} = 246375 + 24637,5 + 59842,75 = 330855,25(\text{грн.})$$

Після модернізації

$$C_{опл} = 164250 + 16425 + 39708,9 = 220383,9(\text{грн.}).$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань розраховується за формулою 4.20.

$$C_a = K_{КО} * H_a / 100, \quad (4.20)$$

Де H_a – норма амортизаційних відрахувань, приймається рівної 60% для комп'ютерного устаткування.

$$C_a = 121000 * 60 / 100 = 72600(\text{грн.}).$$

Річна вартість споживаної електроенергії визначається за формулою 4.21.

$$C_{ЕЛ} = M_y * T_{КО} * Ц_О * K_{II}, \quad (4.21)$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– M_y – встановлена сумарна потужність комп'ютерного устаткування, приймається рівною 5.2 кВт, хоча раніше була 8.1 кВт;

– T_{KO} – річний фонд роботи ЕОМ з урахуванням часу на профілактичні огляди складає $220 \cdot 6 = 1320$ годин, хоча раніше було $245 \cdot 6 = 1470$;

– C_o – вартість 1 кВт електроенергії на даний момент складає 3,05 грн.;

– K_{II} – коефіцієнт інтенсивного використання потужності, приймається рівним 0.9.

Після модернізації

$$C_{EЛ} = 8,1 \cdot 1470 \cdot 3,05 \cdot 0,9 = 32684,72(\text{грн.})$$

Після модернізації

$$C_{EЛ} = 5,2 \cdot 1320 \cdot 3,05 \cdot 0,9 = 18841,68(\text{грн.}).$$

Вартість річного ремонту основного і допоміжного устаткування становить 6 % від вартість комп'ютерного і допоміжного устаткування і складає:

$$C_P = K_{KO} \cdot 0,06 = 121000 \cdot 0,06 = 7260(\text{грн.}).$$

Річна вартість допоміжних матеріалів, пов'язаних з експлуатацією ІС становить 1.5 % від вартості комп'ютерного і допоміжного устаткування і складає:

$$C_{BСП} = K_{KO} \cdot 0,015 = 121000 \cdot 0,015 = 181,5(\text{грн.}).$$

Витрати на виробниче приміщення складають 1950 грн. в рік за 1 м² раніше було 19 м²:

$$C_{II} = 19 \cdot 1950 = 37050(\text{грн.})$$

а зараз 12 м² и складає:

$$C_{II} = 12 \cdot 1950 = 23400(\text{грн.}).$$

До впровадження проекту витрати склали:

$$C_1 = 330855,25 + 72600 + 32684 + 7260 + 181,5 + 37050 = 480630,75(\text{грн.})$$

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таким чином, поточні витрати після впровадження даного проекту складають:

$$C_2 = 220383,9 + 72600 + 18841,68 + 7260 + 181,5 + 23400 = 321607,08(\text{грн.})$$

4.3.4 Визначення показників економічної ефективності проекту

Очікуваний економічний ефект розраховується за формулою 4.22.

$$E_o = E_z - E_n * K_n, \quad (4.22)$$

- E_r – річна економія на поточних витратах;
- E_n – нормативний коефіцієнт ефективності єдиноразових витрат – 0.25;
- K_n – єдиноразові витрати на проект.

Річна економія складається з поточних витрат та приросту прибутку у зв'язку із впровадженням проекту, та обчислюється за формулою 4.23.

$$E_z = (C_1 - C_2) + \Delta\Pi, \quad (4.23)$$

- C_1, C_2 – відповідно поточні витрати, відповідно до та після впровадження проекту (грн);
- $\Delta\Pi$ – приріст прибутку господарюючого суб'єкта або його структурного підрозділу при впровадженні проекту (грн) в даному випадку неможливо підрахувати приріст прибутку, тому він не буде рахуватися.

$$E_z = (480630,75 - 321607,08) = 159023,67(\text{грн.})$$

Тобто було зекономлено 159023,67 грн.

$$E_o = 159023,67 - 0,25 * 321607,08 = 80401,77$$

Розраховуємо коефіцієнт ефективності єдиноразових витрат за формулою 4.24

$$E = E_z / K_n, \quad (4.24)$$

$$E = E_z / K_n = 159023,67 / 198219,5 = 0,802$$

$E > E_n$, тому проект економічно ефективний.

Термін окупності одноразових витрат обчислюється за формулою 4.25

$$T = 1 / E, \quad (4.25)$$

$$T = 1 / 0,802 = 1,25 \vec{\text{ (років)}}$$

					KPM.KI.1.884-03.2.7	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$T = 1,25 \cdot 365 = 465(\text{дні})$$

Техніко-економічні показники проекту, , відображені в таблиці 4.8

Таблиця 4.8 – Техніко-економічні показники проекту

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
		після впровадження проекту
Час розробки проекту	дні	91,512
Ціна ПП	грн.	53319,5
Капітальні витрати	грн.	198219,5
Поточні витрати	грн/рік	321607,08
Економічний ефект від реалізації проекту	грн/рік	159023,67
Термін окупності	Рік	1,25

Висновки

Усі отримані показники знаходяться в рамках норми. Впровадження проекту є економічно ефективним. Після впровадження проекту значно зменшились час виконання даної роботи, а також підвищилась ефективність за рахунок оновлення обладнання та модернізації мережі взагалі. Термін окупності складає приблизно 465 дні. Що також каже про великі можливості проекту та можливості його подальшого розвитку. Завдяки модернізації за рік експлуатації мережі буде зекономлено 159023 грн.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ТЕХНІКА

БЕЗПЕКИ, ЕКОЛОГІЯ

5.1 Шкідливі та небезпечні фактори в роботі у робочій зоні

У розділі охорони праці будемо розглядати офісне приміщення, в якому буде проводитись аналіз, розрахунки та моделювання, з наступними характеристиками: 12х9х3,5м.

$$12 \cdot 9 = 108(m^2)$$

$$12 \cdot 9 \cdot 3,5 = 378(m^3)$$

Виходить: 108 м²; 378 м³. За нормативними даними на одну людину має бути не менш 20 м³ та не менш 6 м². Тому максимальна кількість людей у цьому приміщенні 18.

До небезпечних і шкідливих виробничих факторів у зоні робочих місць експлуатуючі системи з комп'ютерами відносять: статична електрика, електромагнітні випромінювання, шум, вібрації, недостатнє висвітлення, вентиляція та ін. Персонал піддається також і впливу шкідливих психофізіологічних виробничих факторів, які у свою чергу підрозділяються по характері дії на фізичні перевантаження й нервово-психічні перевантаження. Фізична й нервово-психічні: розумова перенапруга; монотонність праці; емоційні перевантаження.

Професійні шкідливості – несприятливі для здоров'я фактори трудового (виробничого) процесу або незадовільні санітарно-гігієнічні умови.

Професійно шкідливий чинник – виробничий фактор, дія якого в певних умовах може мати несприятливий вплив на працездатність і стан здоров'я працівника аж до виникнення професійного захворювання.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Професійне захворювання – хвороба, викликана дією специфічного шкідливого фактора в умовах виробництва, яка підтверджена в установленому порядку.

Специфічний чинник виробничого середовища – фактор виробничого середовища, який не може бути виключений з виробничого середовища без зупинки процесу виробництва.

Залежно від часу і інтенсивності впливу на працівника, виробничі фактори можуть бути небезпечними або шкідливими.

При миттєвій дії фактор стає небезпечним, а при тривалому впливі — шкідливим.

Небезпечним називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого у відповідних умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров'я.

Шкідливим називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого може призводити в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності.

Однією із основних цілей охорони праці на підприємстві є оцінка обстановки та характеристик трудового процесу в частині його впливу на здоров'я і життя працівника.

Для досягнення цього завдання державою встановлено низку критеріїв оцінки, які допомагають визначити ступінь небезпечності умов праці на підприємствах, що використовують працю найманих робітників.

Класифікація виробництва по ступені пожежної, вибухової і вибухопожежної безпеки

По ступені вибуховий, вибухопожежної і пожежної безпеки приміщення із ВДТ ЕОМ ставляться до категорії Д, у яких використовуються негорючі речовини й матеріали в холодному стані.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5.2 Методи зниження шкідливих та небезпечних факторів в роботі

Вимоги електробезпеки при експлуатації ВТД ЕОМ

Лінія електромережі для ЕОМ виконується як окрема групова трьохпровідна мережа, шляхом прокладки фазового, нульового робочого, нульового захисного проводів.

Нульовий захисний провід використовується тільки для занулення електроприймача. Використання нульового робочого проводу в якості нульового захисного забороняється. Штепсельні з'єднання й розетки повинні мати спеціальні контакти для підключення нульового захисного проводу.

Не допускається підключення ПЕОМ до звичайного двохпровідної мережі, у тому числі з використанням перехідних пристосувань. Є неприпустимим експлуатація кабелів і проводів з ушкодженою ізоляцією, саморобних подовжувачів.

Захисне заземлення - навмисне з'єднання металевих неструмоведучих частин, які можуть виявитися під напругою зі штучним заземленням. Застосовується в мережах з напругою до 1000 В з ізольованої нейтраллю, і вище 1000 У с будь-яким режимом нейтралі.

За способом захисту людини від поразки електричним струмом ЕОМ повинні відповідати першому класу захисту.

Розрахунок заземлюючого пристрою

Вихідні данні:

- d - зовнішній діаметр труби $d = 0.04\text{м}$;
- Довжина вертикальних заземлювачей $l = 2,2\text{ м}$; Відношення $l/l' = 2$;
- ρ_{ϕ} - питомий опір ґрунту суглинок в місці пристрою заземлення $\rho_{\phi} = 100\text{ Ом}\cdot\text{м}$;
- ϕ - безрозмірний кліматичний коефіцієнт, що враховує сезонні коливання вологості ґрунту 1,3.

Розрахункове значення питомого опору ґрунту обчислюємо по формулі:

$$\rho_p = \rho_{\phi} \cdot \phi \quad (5.1)$$

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де:

- ρ_{ϕ} – питомий опір ґрунту в місці пристрою заземлення ;
- ϕ - безрозмірний кліматичний коефіцієнт, що враховує сезонні

коливання вологості ґрунту

$$\rho_p = 100 \cdot 1,3 = 130 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

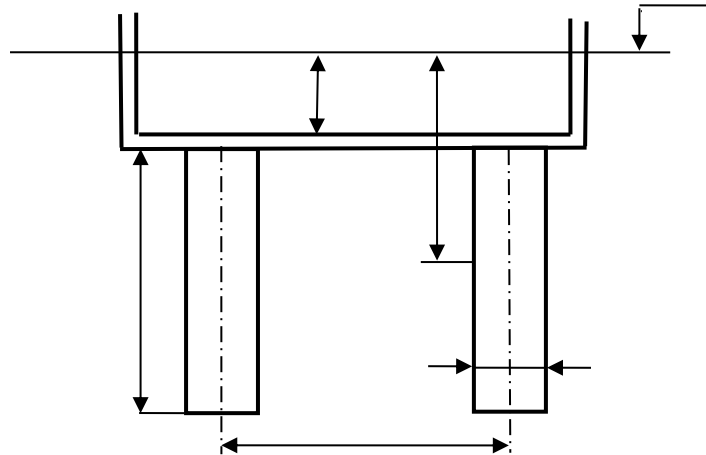


Рис. 5.1 – Устрійство заземлителів

$$t_0 = 0,5 \text{ м}, l = 2,2 \text{ м}$$

l - довжина заземлювачей, м;

l' - відстань між заземлювачами, м

$$\text{Тоді } t = t_0 + l/2 = 0,5 + 2,2/2 = 1,6 \text{ м}$$

Опір одного вертикального заземлювача обчислюємо по формулі:

$$R_{\text{гр}} = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \ln \frac{4t + l}{4t - l} \right), \quad (5.2)$$

$$R_0 = \frac{130}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2,2}{0,04} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,6 + 2,2}{4 \cdot 1,6 - 2,2} \right) = 47,6 \text{ Ом}$$

Визначаємо необхідна кількість вертикальних заземлювачей:

$$n = \frac{R_0}{R_{\text{мп}}} = \frac{47,6}{4} = 11,9 \quad (5.3)$$

Де: $R_{\text{гр}} = 4 \text{ Ом}$ – необхідний опір.

										Арк.
										88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

Округляємо n до найближчого стандартного числа $n' = 20$ шт. Визначаємо загальний опір системи вертикальних заземлювачей:

$$R = \frac{R_0}{n' \cdot \eta_v} \quad (5.4)$$

Де: η_v – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачей, тому що заземлювачі розташовані в ряд і відношення відстані між заземлювачами до їхньої довжини дорівнює 2, то за табличним значенням приймаємо $\eta_v = 0,67$ (Юдин «Охрана труда в машиностроении» с.270 таб.19)

$$R_{об} = \frac{47,6}{20 \cdot 0,67} = 3,55 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір сполучної смуги. При розміщенні в ряд довжина смуги

$$L = l' \cdot (n' - 1) = 4,4 \cdot (20 - 1) = 83,6 \text{ м} \quad (5.5)$$

$$R_{пол} = \frac{\rho_p}{2\pi \cdot L \cdot \eta_r} \cdot \ln \frac{L^2}{d \cdot t_0}, \quad (5.6)$$

Де: η_r – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачей, приймаємо $\eta_r = 0,56$ (Юдин «Охороона праці в машинобудуванні» с.270 таб.20);

$$R_{пол} = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 83,6 \cdot 0,56} \cdot \ln \frac{83,6^2}{0,04 \cdot 0,5} = 4,34 \text{ Ом}$$

Загальний опір системи обчислюється по формулі:

$$R = \frac{3,55 \cdot 4,34}{3,55 + 4,34} = 1,95 \text{ Ом}$$

$$R_c = \frac{R_{об} \cdot R_{пол}}{R_{об} + R_{пол}} \text{ (Ом)} \quad (5.7)$$

Прийнята система заземлення задовольняє технічним вимогам, тому що загальний опір системи заземлення менше припустимого значення $R_{тр} \leq 4 \text{ Ом}$

Пожежна профілактика

Пожежі становлять більшу небезпеку для працюючих і можуть заподіяти величезний матеріальний збиток. Пожежна безпека може бути забезпечена мірами пожежної профілактики й активного пожежного захисту. Поняття пожежної профілактики включає комплекс заходів, необхідних для

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

попередження виникнення пожежі або зменшення його наслідків. Під активним пожежним захистом розуміються міри, що забезпечують успішну боротьбу з виникаючими пожежами або вибухонебезпечною ситуацією.

Причини пожеж в електроустановках

Пожежі в електроустановках відбуваються через:

- короткого замикання;
- перевантаження мереж;
- більших перехідних опорів;
- від електронагрівальних приладів.

Перевантаження мереж відбувається в результаті проходження по них напруги, що перевищує номінальний. Таке може відбутися у випадку підключення великої кількості споживачів. Це приведе до руйнування, плавлення й згорання ізоляції, що спричиняє коротке замикання.

Коротке замикання відбувається в тому випадку, коли крапки різних фаз мережі з'єднуються через малий опір. Внаслідок чого миттєво збільшується струм, відбувається виділення великої кількості тепла.

Міри захисту:

- дотримання нормальних режимів експлуатації;
- своєчасне проведення регламентних робіт;
- застосування плавких запобіжників і автоматів.

Більшу роль у пожежонебезпеці грає правильний вибір використання електроустаткування.

Система висвітлення з лампами накаливання найнебезпечніші через те, що температура поверхні колби лампи приблизно дорівнює 500 °С. Більшу роль у безпеці грає правильний вибір типу світильника.

Засоби пожежогасіння

Як засоби пожежогасіння на даному об'єкті застосовуються вуглекислотні вогнегасники, призначені для гасіння загорянь установок напругою до 1000 В: ручні ВВ-2А, ВВ-5, ВВ-8.

У вуглекислотних вогнегасниках застосовують зріджений двоокис вуглецю. Вогнегасяща дія його полягає в розведенні повітря й зниженні в

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ньому змісту кисню до концентрації, при якій припиняється горіння. Вогнегасящий ефект обумовлюється втратами теплоти на нагрівання двоокису вуглецю й зниженням теплового ефекту реакції.

Розрахунок вуглекислотної установки для гасіння пожежі в приміщенні

Кількість вогнегасящого газового складу G_T (кг) визначається за залежністю

$$G_T = 1,25 \cdot (G_B \cdot V_n \cdot K_y), \text{ кг} \quad (5.8)$$

Де:

- G_B - вогнегасяща концентрація газового складу для вуглекислоти;
- ($G_B = 0,7 \text{ кг/м}^3$);
- V_n – обсяг приміщення, що захищається, м^3 ;
- K_y – коефіцієнт, що враховує особливості процесу газообміну, джерела вуглекислоти крізь нещільності й щілині приміщення, що захищається, приймається 1...1,2

$$G_T = 1,25 \cdot (0,7 \cdot 379 \cdot 1) = 331,625 \text{ кг}$$

Потрібна кількість робочих балонів N_6 (од.) з вуглекислотою визначається як

$$N_6 = \frac{G_T}{V_6 \cdot \rho \cdot \alpha_n}, \text{ од.} \quad (5.9)$$

Де:

- $V_6 = 40$ л – обсяг балону;
- $\rho = 0,625$ кг/л – щільність засобу гасіння;
- $\alpha_n = 1$ – коефіцієнт наповнення.

$$N_6 = \frac{331,625}{40 \cdot 0,625 \cdot 1} \approx 13, \text{ од.}$$

Кількість резервних балонів варто прийняти такий же як число робочих балонів. $N_6 = N_p = 13$ балонів. Загальна кількість балонів 26 шт.

Виробнича санітарія – це система організаційних та технічних заходів, які спрямовані на усунення потенційно небезпечних факторів і запобігання професійних захворювань та отруєнь.

До організаційних заходів належать:

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- дотримання вимог охорони праці жінок та осіб віком до 18 років;
- проведення попередніх та періодичних медичних оглядів осіб, які працюють у шкідливих умовах;
- забезпечення працюючих у шкідливих умовах лікувально-профілактичним обслуговуванням тощо.

Технічні заходи передбачають:

- систематичне підтримання чистоти у приміщеннях і на робочих місцях;
- розробку та конструювання обладнання, що вилучає виділення пилю, газів та пари, інших шкідливих речовин у виробничих приміщеннях;
- забезпечення санітарно-гігієнічних вимог до повітря виробничого середовища;
- улаштування систем вентиляції та кондиціонування робочих місць зі шкідливими умовами праці;
- забезпечення захисту працюючих від шуму, ультра- та інфразвуку, вібрації, різних видів випромінювання.

Таким чином, запобігання професійних захворювань і отруєнь здійснюється через здійснення комплексу організаційних і технічних заходів, які спрямовані на оздоровлення повітряного середовища, виконання вимог гігієни та особистої безпеки працюючих.

Розрахунок вентиляції приміщення

Розрахувати продуктивність системи вентиляції в приміщенні із заданими параметрами, з урахуванням максимального розташування робочих місць із персональними комп'ютерами.

Визначаємо площу приміщення:

$$S = A \times B = 12 \times 9 = 108 \text{ м}^2 \quad (5.10)$$

З обліком, що кількість людей ($n_{\text{л}}$) і кількість ЕОМ ($n_{\text{к}}$) дорівнює 23, визначимо кількість тепла виділюване людьми:

$$Q_{\text{л}} = n_{\text{л}} \times q_{\text{л}}; \quad (5.11)$$

$q_{\text{л}}$ – питоме тепловиділення 1 чоловік (170 Вт);

$$Q_{\text{л}} = 18 \times 170 = 3060 \text{ Вт};$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Визначимо кількість тепла виділюване від устаткування:

$$Q_{об} = n_k \times q_k; \quad (5.12)$$

q_k – питома тепловиділення 1 комп'ютера (400 Вт);

$$Q_{об} = 18 \times 400 = 7200 \text{ Вт};$$

Визначимо кількість тепла, що виділяє освітлення:

$$Q_{осв} = S_{пр} \cdot q_{осв}; \quad (5.13)$$

Де:

– $S_{пр}$ – площа приміщення,

– $q_{осв}$ – кількість тепла, що приходить на 1 м² площини приміщення від

штучного освітлення.

$$Q_{осв} = 108 \times 10 = 1080 \text{ Вт};$$

Визначимо кількість тепла, що надійшло через конструкції, що обгороджують:

$$Q_{осв} = V_{пр} \cdot q_{пр} \quad (5.14)$$

Де:

– $V_{пр}$ – об'єм приміщення,

– $q_{осв}$ – кількість тепла, що приходить на 1 м³ об'єму приміщення від

навколишнього середовища.

$$Q_{огр.кон} = 108 \times 3,5 \times 18 = 6804 \text{ Вт};$$

Уважаємо загальне:

$$Q = Q_{л} + Q_{об} + Q_{осв} + Q_{огр.кін};$$

$$Q = 3060 + 7200 + 1080 + 6804 = 18144 \text{ Вт}$$

Об'ємна витрата повітря в приміщенні:

$$L = \frac{Q}{C_p \cdot \rho (t_{внт} - t_{пр})}, \quad (\text{м}^3/\text{ч}); \quad (5.15)$$

– ρ - щільність повітря (1,2 кг/м³);

– c - питома теплоємність повітря;

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– $t_{\text{в\ddot{y}т}}$, $t_{\text{пр}}$ – температура витяжного й припливного повітря.

$$L = \frac{18,14}{1,0 \cdot 1,2 \cdot (24 - 16)} = 1,89 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 6804 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Визначимо потужність, споживану вентилятором, по формулі

$$N = \frac{L \Delta P_1 k * 10^{-6}}{\eta_e \eta_n * 3,6}, [\text{Вт}] \quad (5.16)$$

Де:

- L - об'ємна витрата повітря, [м³/з];
- ΔP - втрата тиску у повітроводі, (300) [Па];
- η_e - КПД вентилятора (0,6);
- η_n - КПД приводу, при приєднанні колеса через муфту (0,9);
- k - коефіцієнт запасу (1,2);

$$N = \frac{1,2 \cdot 6804 \cdot 300 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,6 \cdot 0,9} = 1,26 \text{ кВт.}$$

Розрахунок освітлення приміщення

Завданням розрахунку штучного освітлення є визначення потрібної потужності електричної освітлювальної установки для створення у виробничому приміщенні з персональними комп'ютерами заданої освітленості.

Підбираємо систему висвітлення для приміщення:

Довжина приміщення, $A = 12$ м

Ширина приміщення, $B = 9$ м

Висота приміщення, $H_n = 3,5$ м

E_n - нормована освітленість ($E_n = 350$)

k - коефіцієнт запасу ($k = 1,6$)

Визначимо площу приміщення:

$$S = A \times B = 12 \times 9 = 108 \text{ м}^2$$

Обчислимо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею по формулі

$$H_p = H_n - h_{\text{п.п.}}, \quad (5.17)$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Де:

- $h_{p.п.}$ – висота робочої поверхні;
- $H_p = 3,5 - 1 = 2,5\text{м.}$

Для досягнення рівномірної освітленості необхідно, щоб відношення відстаней між центрами світильників до висоти їхнього підвісу над робочою поверхнею рівнялася конкретному числу, характерному для типу обраного світильника.

У приміщеннях із ВДТ ЕОМ обрані світильники серії ЛД. Для світильників ЛПО відношення $L_k/H_p = 1,4$

Визначимо L_k – відношення між центрами світильників розраховуємо по формулі

- $L_k = H_p \cdot 1,4$
- $L_k = 2,5 \cdot 1,4 = 3,5 \text{ м}$

Визначимо кількість світильників:

$$N = A \cdot B / L_k^2 = 108 / 3,5^2 = 8,82 \quad (5.18)$$

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку необхідно обчислити індекс приміщення по формулі

$$i = \frac{a \cdot b}{H_{\text{поб}} \cdot (a + b)} \quad (5.19)$$

$$i = \frac{12 \cdot 9}{2,5 \cdot (12 + 9)} = 2,05$$

При $i = 2$ коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 57$.

Світловий потік одного світильника визначається формулою

$$\Phi_C = \frac{E_H \cdot k \cdot S \cdot z \cdot 100}{N \cdot \eta} \quad (5.20)$$

Де:

- E_H - нормована освітленість ($E_H = 350$);
- k - коефіцієнт запасу ($k = 1,6$);
- S - площа освітлюваного приміщення;

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- z - коефіцієнт нерівномірності висвітлення
- (для люмінесцентних ламп $z = 1,1$);
- N – число світильників (округлімо до 12 шт).

$$\Phi_c = \frac{350 \cdot 1,6 \cdot 108 \cdot 1,1 \cdot 100}{12 \cdot 57} = 9726 \text{ Лм}$$

Приймаємо до установки лампи ЛБ40 у кількості 3-х штук зі світловим потоком $\Phi = 3120 \text{ лм}$ у кожному світильнику.

$$\Delta = \frac{9360 - 9726}{9360} * 100\% = -3,91\%$$

На практиці допускається відхилення світлового потоку реального від розрахункового в межах від -10% до +20%

Наша погрішність становить -3,91%. Підрахована погрішність задовольняє умові.

Розрахуємо потужність освітлювальної системи по формулі

$$P_c = N \cdot n \cdot P_1, \quad (5.21)$$

Де:

- N - кількість світильників;
- n - мінімальна кількість світильників;
- P_1 – мінімальна потужність.

$$P_c = 12 \cdot 3 \cdot 40 = 1440 \text{ Вт}$$

Загальні положення гігієнічних вимог до організації роботи із ВДТ ЕОМ

Облаштованість робочих місць ВДТ ЕОМ повинне забезпечити :

- належні умови висвітлення й відсутність відблисків;
- оптимальні параметри мікроклімату;
- належні ергономічні характеристики: наявність шуму й вібрації, рентгенівські випромінювання, електромагнітні випромінювання, електростатичне поле, наявність пилу, озону й оксиду азоту.

Вимоги до виробничих приміщень для експлуатації ВДТ ЕОМ

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- Розміщення робочих місць із ВДТ ЕОМ у підвальних і цокольних поверхах заборонено.
- Мінімальна площа на одне робоче місце 6 м, мінімальний обсяг 20.
- Приміщення повинні бути обладнані системами природного й штучного висвітлення.
- Природне висвітлення повинне здійснюватися через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ, північний схід.
- Коефіцієнт природної освітленості (КЕО) повинен бути не нижче 1.5%.
- Приміщення із ВДТ ЕОМ не повинні граничити із приміщеннями, у яких рівень шуму й вібрацій перевищує припустимі норми.
- Віконні прорізи повинні бути обладнані регульованими пристосуваннями (жалюзі, штори, козирки, маркізи).
- Поверхня підлоги повинна бути рівної, не слизькою, з антистатичним покриттям.

Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища приміщень

Таблиця 5.1

Мікроклімат приміщення

Пора року	Категорія роботи	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість повітря в робочій зоні, м/с
холодне	легка 1а	22 – 24	40 – 60	0.1
	легка 1б	21 – 23	40 – 60	0.1

Продовження таблиці 5.1

тепле	легка 1а	23 – 25	40 – 60	0.1
	легка 1б	22 - 24	40 – 60	0.2

Легка 1а - робота, сидячи, що не потребує більших фізичних витрат, тепловиділення порядку 140 Вт.

Легка 1б - робота, що виконується сидячи або пов'язана з невеликими переміщеннями, не потребуючих більших фізичних витрат, тепловиділення порядку 175 Вт.

Таблиця 5. 2

Рівні іонізації повітря для приміщень із ВДТ ЕОМ:

Рівні	Число іонів в 1 повітря	
	n +	n –
min необхідні	400	600
оптимальні	1500 – 3000	3000 – 5000
max припустимі	50000	50000

Гігієнічні вимоги до організації й устаткування робочих місць із ВДТ ЕОМ

Робоче місце необхідно розташовувати щодо світлових прорізів, щоб природне висвітлення падало з боку, переважно ліворуч. Відстань від тильної поверхні одного до екрана іншого повинне бути не менш 2.5 м. Стандартна висота стола 680 - 800 мм.

Захист відстанню полягає в тім, щоб оператор перебував на відстані не менш 600 - 700 мм від монітора з урахуванням розмірів знаків і символів. Клавіатуру необхідно розташовувати на поверхні стола на відстані від 100 до 300мм від краю поверхні. Поверхня клавіатури повинна бути матової з коефіцієнтом відбиття 0,4.

Вимоги до режимів роботи й відпочинку при роботі із ВДТ ЕОМ. При виконанні робіт протягом дня, які ставляться до різних видів трудової діяльності. За основну роботу з ЕОМ варто вважати таку, котра займає не менш 50% робочого часу. Для програміста - рекомендується 15 хв. перерва через

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

щогодини роботи. Для оператора ЕОМ при 8-ми часовому робочому дні передбачена всередині зміни перерва - 15 хвилин через кожні 2 години роботи.

Долікарняна допомога потерпілому. Перша долікарняна допомога при нещасних випадках від електричного струму складається з 2-х етапів: звільнення потерпілого від дії струму й надання йому медичної допомоги.

Міри першої медичної допомоги потерпілому від електричного струму залежать від його стану. У свідомості – але до цього був у непритомності або тривалий час перебував під струмом, йому необхідно забезпечити повний спокій до прибуття лікаря або терміново доставити в лікувальну установу.

При відсутності свідомості, але збереженому подиху й роботі серця потрібно рівно й зручно укласти потерпілого на м'яку підстилку, розстебнути пояс і одяг, забезпечити приплив свіжого повітря. Варто давати нюхати нашатирний спирт. Якщо потерпілий погано дихає - рідко, судорожно - або якщо подих поступово погіршується, у той час як при цьому триває нормальна робота серця, необхідно робити штучне дихання.

При відсутності ознак життя треба робити штучне дихання й непрямий масаж серця до появи ознак життя або до прибуття лікаря.

Висновок. Більшу частину свого життя людина проводить на роботі, де його можуть чекати не тільки приємні моменти, але й перевтома, стреси й виробничі травми. Тому дуже важливо створити необхідні умови для нормальної роботи людини й збереження його здоров'я під час трудової діяльності на підприємстві. Для цього й створена система охорони праці, що займається перевіркою дотримання всіх описаних вище вимог і розрахунком всіх технічних показників.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

Результатом дипломної роботи є дослідження процесу побудови мережі доступу, застосування методів розрахунку навантаження та автоматизація процесу розрахунку показників навантаження мереж доступу.

Основні завдання, вирішені в рамках роботи: Формування технічного завдання на проектування мережі доступу. Аналіз концепції мереж доступу, структура і функції мереж доступу. Проаналізовано методику розрахунку показників навантаження мереж доступу. Описані основні поняття та визначення. Проаналізовано процес розрахунку інтенсивності навантаження локального сегменту мережі доступу, розрахунок пропускної спроможності локального сегменту мережі доступу. Наведено приклади розрахунку навантаження в мережі доступу із використанням проаналізованої та обраної методики. Отримані результати сформовано в таблиці. Розрахунок сумарної інтенсивності питомого навантаження локального сегменту лінії доступу. Розрахунок пропускної спроможності лінії доступу локального сегменту. Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускної спроможності транспортного сегменту мережі доступу. Оцінка пропускної спроможності вузлів доступу.

У розділі Реалізація автоматизованої системи розрахунку показників навантаження мереж доступу наведено Опис роботи програмного забезпечення; Опис інтерфейсу користувача; Опис системи для розробника; Технології реалізації автоматизованої системи.

Також виконано економічний розрахунок та розглянуто питання охорони праці.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мережі зв'язку / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский – 2010. – С. 19-20;
2. EPON [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/EPON>
3. Stallings W. *Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud* / W. Stallings. – Pearson Education, Inc., Old Tappan, New Jersey, 2016.
4. Магазин все для телекомунікацій [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://lantorg.com/products/kommutator-eltex-mes5312>
5. Кількість користувачів інтернетом в Україні [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.epravda.com.ua/news/2019/10/11/652498/>
6. *World Internet Users and 2020 Population Stats* [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
7. *International Telecommunication unit* [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.itu.int/>
8. Ресурс присвячений технології PON [Електронний ресурс] <http://ic-line.ua/wiki/1-etapy-proektirovaniya-pon-setej>
9. Kurose J. F. *Computer Networking: A Top-Down Approach, 7th Ed* / James F. Kurose, Keith W. Ross. – Pearson Education, Inc., 2017.
10. Як COVID-19 змінив інтернет і нас - соцмережі і онлайн-рітейл після пандемії [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.web-canape.ua/business/kak-covid-19-izmenil-internet-i-nas-statistika-interneta-i-socsetej-posle-pandemii/>
11. Tanenbaum A. S. *Distributed systems: principles and paradigms* / Andrew S. Tanenbaum, Maarten Van Steen. – Pearson Education. Inc. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 07458, 2007.

					КРМ.КІ.1.884-03.2.7	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

12. *Number of internet users worldwide from 2005 to 2019* [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.statista.com/statistics/273018/number-of-internet-users-worldwide/>

13. *Report on the state of the Internet environment – Digital 2020* [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://wearesocial.com/digital-2020>

14. *Roussaki, I. Multi-terminal and Multi-network Access to Virtual Home Environment / I. Roussaki, H. Jormakka, S. Xynogalas, A. Laikari, M. Chantzara, M. Anagnostou.*

15. *Göransson P. Software Defined Networks: A Comprehensive Approach, 2nd ed. / Paul Göransson, Chuck Black, Timothy Culver.– Morgan Kaufmann, US, 2017. – 409 p.*

16. *Coronavirus: the consumer impact* [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.globalwebindex.com/coronavirus>

17. *Dedieu, H. Fundamentals of DSL Technology [Text] / H. Dedieu, P. Golden, K. Jacobsen. – Florida: Auerbach Publications, Boca Raton, 2007. – 454 p.*

18. *Bingham, John A. C. ADSL, VDSL and Multicarrier Modulation [Text] / John A. C. Bingham. - Palo Alto, California, John Wiley & Sons, Inc., 2000. – 289 p.*

19. *Методика визначення нормативних технічних втрат електричної енергії в електричних мережах енергокомпаній України. – Горлівка : ДП «ДонОРГРЕС», 2004. – На заміну ГНД 34.09.104-2003.*

20. *. Методика складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0,38–150 кВ, аналізу його складових і нормування технологічних витрат електроенергії: ГНД 34.09.104-2003. – [Чинний від 2004-04-01]. – К. : ОЕП «ГРІФРЕ», 2004.*

21. *Железко Ю.С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях [Текст] / Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко. – М. : изд-во НИЦ Энас, 2005. – 277 с.*

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

22. Системи доступу користувача. Модеми цифрового доступу: навчально-методичний посібник до лабораторних робіт/Гайворонська Г.С., Сахаров В.І., Котова О.І. – [2-е вид.]. – Одеса 2008.

23. Вовк А., Практика впровадження пасивних оптичних мереж (PON), 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://deps.ua/ua/knowegablebase/articles/praktika-vn-passivnyh-op-mer-pon.html>

24. Fiber to the x, 2023 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber_to_the_x

25. " Network modeling approaches for calculating wholesale NGA prices: A full comparison based on the Greek fixed broadband market." Nikos Ioannou , Vangelis Logothetis, Dimitris Varoutas, October 2021

26. Компоненти GPON FTTH 04.2022[Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://e-server.com.ua/sovety/pon-vs-ftth-tehnologija-ili-klassika-vkachestve-shemy-podkljuchenija-abonentov>

27. Ethernet Passive Optical Network (EPON) architecture, 2022 [Електронний ресурс].— Режим доступу: https://www.researchgate.net/figure/Ethernet-PassiveOptical-Network-EPON-architecture_fig1_260514153

28. WDM-PON Archives - Fiber Optical Networking, 2019 [Електронний ресурс].— – Режим доступу: <https://www.fiber-optical-networking.com/tag/wdm-pon>

29. " Design, implementation and evaluation of a Fiber To The Home (FTTH) access network based on a Giga Passive Optical Network GPON" Zouhaira Abdellaoui, Yiyi Dieudonne, Anoir Aleya, July 2021.

30. Overview of GPON Technology, 2016 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://community.fs.com/blog/overview-of-gpon-technology.html>

31. The Fundamentals of Passive Optical Networking (PON), 2023 [Електронний ресурс].—Режим доступу: <https://www.prooptix.com/news/passive-opticalnetworking/>

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

32. Швидкісний Київстар [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
<https://kyivstar.ua/business/products/ftb-internet>

33. FTTB_Diagram.jpg(1143 × 647) [Електронний ресурс].— Режим доступу:
https://www.tpg.com.au/sites/default/files/inline-images/FTTB_Diagram.jpg 54

34. Traffic flow in GPON FTTH network, 2021 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.technopediasite.com/2021/02/traffic-flow-in-gpon-ftthnetwork.html>

35. Термінал оптичної лінії GPON OLT GCOM GL5610-16P [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://gcom.com.ua/uk/pon/gpon-gl5610-16p>

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.7</i>	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		