

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Тернопільський національний економічний університет  
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерної інженерії

**Чернишенко Ірина Романівна**

**Комп'ютерна мережа лікувального закладу із  
впровадженням IP-телефонії з підтримкою Teleprezents /  
Medical institution computer network with Teleprezents based  
IP telephony**

напрямок підготовки: 6.050102 - Комп'ютерна інженерія  
фахове спрямування - Комп'ютерні системи та мережі  
Бакалаврська робота

Виконав студент групи КСМз-41/2  
Чернишенко Ірина Романівна

Науковий керівник:  
Вербовий С.О.

Тернопіль - 2018

## РЕЗЮМЕ

Дипломний проект містить 72 сторінки пояснюючої записки, 26 рисунків, 5 таблиць та 1 додаток. Обсяг графічного матеріалу 2 аркуші формату А3.

Метою проекту є проектування мережі з впровадженням ІР-телефонії з підтримкою відео конференц зв'язку в міській клінічній лікарні та міській поліклініці.

Успіх будь-якого бізнесу залежить від задоволення потреб його споживачів. Якісний зв'язок відіграє дуже важливу роль для підтримки надійності комунікації з ними. ІР-телефонія надає бізнес-компаніям різноманітні варіанти для бізнес-компаній для налагодження ефективного спілкування з клієнтами, знижуючи витрати на інфраструктуру.

В першому розділі дипломного проекту проведено аналіз основних перспектив використання, призначення, стандарти та протоколи ІР-телефонії.

Другий розділ присвячений дослідженню сценаріїв мобільності в мережах ІР-телефонії та передачі мультимедійних даних в режимі реального часу. Описано технічні вимоги до абонентських пристроїв.

У третьому розділі описано апаратне забезпечення проектованої мережі, розроблено та описано структуру мережі. Проведено моделювання та перевірку спроектованої телефонної мережі.

У четвертому розділі проведено економічні розрахунки.

Ключові слова: VoIP, КТМ, ІР-телефонія, ТМЗК, Teleprezents.

## RESUME

The diploma project contains 72 pages of explanatory notes, 26 figures, 5 tables and 1 application. The volume of graphic material is 2 sheets of A3 format.

The goal of the project is to design a network for the implementation of IP-telephony with the support of video conferencing in the city clinical hospital and the city polyclinic.

The success of any business depends on meeting the needs of its customers. Quality communication plays a very important role in maintaining the reliability of communication with them. IP telephony provides business companies with a variety of options for business companies to establish effective communication with customers, reducing infrastructure costs.

In the first section of the diploma project, an analysis of the main perspectives of use, designation, standards and protocols of IP-telephony.

The second section is devoted to the study of mobility scenarios in IP telephony networks and the transmission of multimedia data in real time. Described technical requirements for subscriber devices.

The third section describes the hardware of the projected network, and describes the structure of the network. Modeling and testing of the designed telephone network was carried out.

The fourth section provides economic calculations.

Keywords: VoIP, CTN, IP-telephony, TNGU, Teleprezents.

## ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 Аналіз мереж ІР-телефонії та систем відеоконференцій .....	11
1.1 Перспективи використання ІР-телефонії.....	11
1.2 Призначення систем відеоконференцій .....	13
1.3 Стандарти та протоколи .....	19
1.4 Якість і обсяг даних .....	22
1.5. Постановка задачі.....	25
2 Проектування системи відеоконференції .....	27
2.1. Сценарії мобільності в мережах ІР-телефонії .....	27
2.2 Передача мультимедійних даних в режимі реального часу .....	31
2.3 Технічні вимоги до абонентського пристрою конференцзв'язку.....	38
3 Моделювання комп'ютерної мережі VoIP .....	44
3.1 Опис і характеристика вибраного устаткування.....	44
3.2 Розробка структурної схеми організації мережі .....	50
3.3 Опис організації мережі.....	51
3.4 Моделювання роботи мережі.....	53
4 Техніко-економічний розділ .....	59
4.1 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи....	59
4.2 Розрахунок ціни проекту .....	65
4.3 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень.....	66
Висновки .....	68
Список використаних джерел.....	69
Додаток А Довідка про використання .....	<b>Помилка! Закладку не визначено.</b>

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Чернишенко І.Р.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Вербовий С.О.				8	72
Консульт.		Паздрій І.Р.			ТНЕУ. ННІОТ. КСМзкп-41/2		
Н. Контр.		Гураль І.В.					
Затвердив		Березький О.М					
					КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА ЛІКУВАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ ІЗ ВПРОВАДЖЕННЯМ ІР- ТЕЛЕФОНІЇ З ПІДТРИМКОЮ TELEPREZENTS		

## ВСТУП

IP-телефонія ґрунтовно змінила спосіб комунікації між бізнес-організаціями. Вона являє собою складну технологію спілкування, яка надає всі види зв'язку: аудіо, відео, провідну і безпроводну передачу голосу через використання Інтернет протоколу (IP).

Іншими словами, IP-телефонія — це термін, який об'єднує всі технології, які працюють завдяки підключенню через Інтернет-протокол для передачі факсу, голосу та інших форм інформації, які раніше були створені за допомогою комутованої ТМЗК — телефонної мережі загального користування (PSTN).

Одною з головних переваг IP-телефонії є можливість збільшення продуктивності. Вона підтримує безліч додатків і пристроїв, що дозволяє співробітникам більш ефективно і оперативно виконувати свої завдання. Спеціальне програмне забезпечення IP SoftPhone, наприклад, дозволяє підключати телефон до комп'ютера або ноутбука. IP-відеоконференції є хорошим способом для комунікації співробітників, які знаходяться в різних точках земної кулі, що дозволяє заощадити на перельотах та проведенні тет-а-тет конференцій.

Наступною ключовою перевагою IP-телефонії є покращена бізнес-стійкість. Рішення IP-телефонії спеціально структуровані для виявлення і усунення всіх слабких місць та локальних проблем в експлуатації.

Одною з найбільш значних переваг цієї системи зв'язку є економія коштів. Загальна система управління IP-телефонії впорядкована в одному місці, що, у свою чергу, знижує витрати на переміщення, внесення змін та оновлення.

IP-телефонія дозволяє якісно підвищити рівень зв'язку з клієнтами. Успіх будь-якого бізнесу залежить від задоволення потреб його споживачів. Якісний зв'язок відіграє дуже важливу роль для підтримки надійності комунікації з ними. IP-телефонія надає бізнес-компаніям різноманітні варіанти для бізнес-компаній

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для налагодження ефективного спілкування з клієнтами, знижуючи витрати на інфраструктуру.

Метою даного дипломного проекту є проектування мережі з впровадженням IP-телефонії з підтримкою відеоконференцзв'язку в міській клінічній лікарні та міській поліклініці.

Даний проект призначений для:

- скорочення витрат на послуги зв'язку;
- організації мережі передачі голосу по IP протоколу;
- підвищення якості телефонного зв'язку;
- надання послуг відеоконференцзв'язку.

Всі ці фактори дозволять підвищити ефективність роботи медичного персоналу, що безпосередньо позначиться на здоров'ї пацієнтів. Даний проект дозволить організувати спільну і групову роботу співробітників, отримувати консультації з виниклих питань у клініцистів.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 АНАЛІЗ МЕРЕЖ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ ТА СИСТЕМ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ

## 1.1 Перспективи використання ІР-телефонії

Чому ІР-телефонія привертає до себе увагу? Менші витрати на традиційні телефонні розмови. Особливо це поширюється на міжміські і міжнародні дзвінки. Також набагато менші витрати на інвестиції в обладнання. Високі витрати телефонних компаній приводять до дорогих міжміських розмов. Виділене підключення, тобто можливість постійного доступу до телефонного зв'язку з телефонної станції вимагає надмірної продуктивності за рахунок часу простою протягом мовного сеансу. В таких випадках доводиться оплачувати і той час, коли ми не використовуємо телефонну лінію.

На відміну від аналогової телефонії, ІР-телефонія створює "підключення по запиту" і не має зарезервованих ліній зв'язку, що зменшує витрати на телефонні розмови.

Інтернет-телефонія частково використовує існуючі мережі закріплених за абонентами телефонних ліній. Але в них вона додатково застосовує прогресивну технологію стиснення переданих сигналів, яка більш повно використовує ємність телефонних ліній.

При звичайному способі передачі мови (аналогової телефонії) використовується канал пропускною спроможністю 64 кбіт / с незалежно від того, розмовляє абонент або мовчить під час з'єднання. У разі передачі мови по ІР-мереж, за рахунок оцифровки і компресії (стиснення), мова передається у вигляді цифрової інформації, причому якщо абонент мовчить або робить паузи в розмові, цифрова інформація в канал не передається і канал не заповнюється. Це дозволяє в одному каналі 64 кбіт / с передавати від 8 і більше з'єднань одночасно, що в свою чергу забезпечує зниження тарифів, і, відповідно, оплата зменшується.

По-друге, ІР-телефонія залучає додаткові можливості комбінованого доступу в Інтернет. Голосові дані, факсимільні повідомлення передаються від

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одного набору використовуваних IP-протоколів Інтернету. Таким чином, голосова і звичайні дані можуть передаватися по одній і тій же мережі. Це означає, що клієнти отримують додаткову корисну функцію використовуваної мережі, яка поєднує в собі властивості звичайної мережі передачі даних і телефонної мережі. Це означає, що на наявну комп'ютерну мережу можна «накласти» телефонію, і голосовий трафік цієї мережі буде передаватися по тих же каналах, що і дані (рисунок 1.1). Доступ в Інтернет стає більш універсальним.

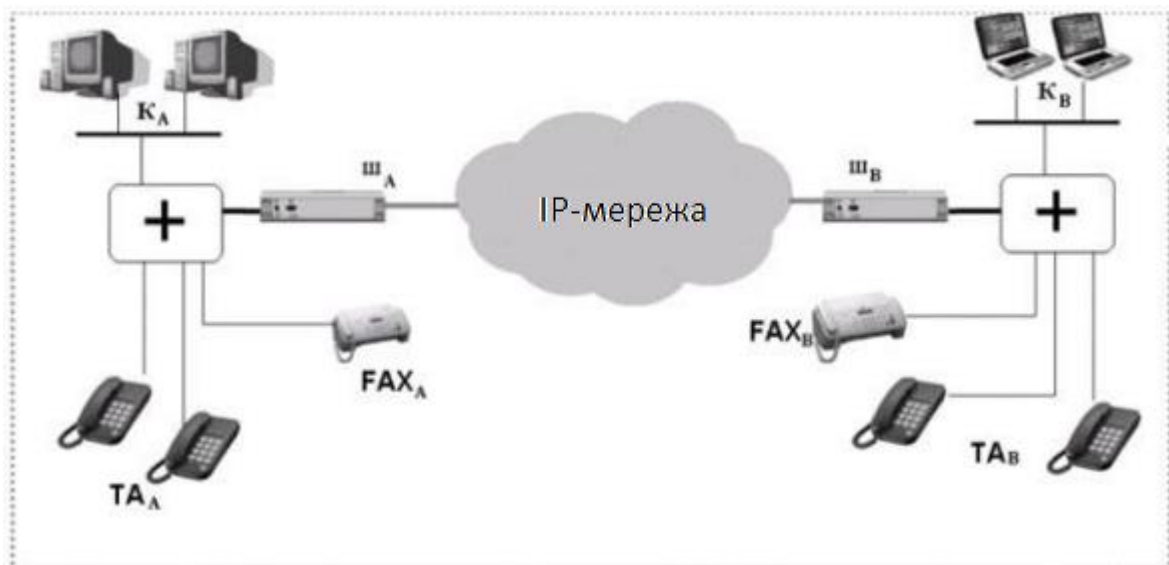


Рисунок 1.1 - Комп'ютерна мережа з IP-телефонією

На рисунку 1.1 показані:

- А, В - абоненти, що обмінюються інформацією по мережі;
- $K_A$ ,  $K_B$  - комп'ютери абонентів А і В відповідно;
- $Ш_A$  і  $Ш_B$  - шлюзи А і В;
- $FAX_A$  і  $FAX_B$  - телефакси А і В;
- $ТА_A$  і  $ТА_B$  - телефони А і В.

Відкрита архітектура - ще одна особливість VoIP.

Іншою позитивною рисою IP-телефонії є наявність загальних протоколів: H.323, MGCP, SIP і т. д.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



## 1.2 Призначення систем відеоконференцій

У зв'язку з бурхливим розвитком мережевих і комунікаційних технологій, збільшеною продуктивністю комп'ютерів, і, відповідно, з необхідністю обробляти доволі великий об'єм інформації (як локальної, що знаходиться на одному комп'ютері, так і мережевої та міжмережевої) зросла роль обладнання та програмного забезпечення, що можна позначити однією загальною назвою "person to person". Віртуальні засоби навчання, віддалений доступ, дистанційне навчання та управління, а також засоби проведення відеоконференцій переживають період бурхливого розвитку і призначені для полегшення та збільшення ефективності взаємодії як людини з комп'ютером та даними, так і груп людей з комп'ютерами, об'єднаними в мережу.

Завдяки тому, що відеоконференції, надають можливість спілкування в реальному режимі, а також використання поділюваних додатків, інтерактивного обміну інформацією, їх починають розглядати не тільки, як щось експериментальне, але як часткове вирішення проблеми автоматизації діяльності підприємства і людини, що дає суттєву перевагу в порівнянні з традиційними рішеннями.

Дистанційна діагностика людини, устаткування, віддалене навчання – це ще один цікавий напрям застосування засобів відеоконференцій.

Навіть перебуваючи в сотнях кілометрів від пацієнта, лікар може правильно провести діагностику хворого, вдаючись до "віртуальної" консультації з висококласними фахівцями, присутність яких в даному місці неможлива. Аналогічно група експертів може провести діагностування обладнання, перебуваючи в офісі і не витрачаючи час на численні перельоти.

Отримала останнім часом розвиток практика поступового впровадження засобів відеоконференцій у сферу навчання, що дозволить не просто прослухати і побачити лекцію відомого викладача, який знаходиться в іншій півкулі, але здійснювати інтерактивне спілкування за допомогою відеоконференцій.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Традиційно відеоконференції характеризувалися як комбінація спеціалізованого звуку і відео, а також технології роботи з мережами зв'язку для взаємодії в реальному масштабі часу і часто використовувалися робочими групами, які збиралися в спеціалізованому місці (зазвичай це був зал засідань, оснащений спеціалізованим обладнанням), щоб зв'язатися з іншими групами людей. Вартість засобів відеоконференцій, використовуваних для цього, була велика через необхідність використання спеціалізованого високоякісного обладнання і дорогих орендованих каналів зв'язку.

Завжди існували проблеми з передачею інформації і її перекручуванням, тим більше технічні та програмні засоби, що були тоді, на жаль, не сприяли популярності і, відповідно, поширенню відеоконференцій зв'язку.

Можна припустити, що засоби проведення відеоконференцій почали інтенсивно розвиватися і що технологія, яка використовується при цьому, пропонує серйозний варіант обміну інформацією та зв'язку між людьми, будучи гідною альтернативою іншим формам зв'язку і спільної роботи.

Історично склалося так, що засоби проведення відеоконференцій можна розділити не тільки за технічними характеристикам і принципам відповідності різним стандартам, але і на настільні (індивідуальні), групові та студійні. Кожен з цих варіантів відеоконференцій чітко орієнтований на рішення своїх завдань. Сьогодні найбільш поширені, завдяки відносно невисокій вартості і швидкості окупності витрат, настільні засоби проведення відеоконференцій.

### 1.2.1 Настільні відеоконференції

Доступна аудиторія і варіант спілкування: зазвичай діалог двох осіб. Якісна характеристика зв'язку: немає необхідності у великій продуктивності (ширині смуги зв'язку). Стиль спілкування: неформальний, спонтанний. Необхідні витрати: тільки програмне й апаратне забезпечення, що використовується на робочому місці. Необхідне обладнання: комп'ютер зі

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

встановленою підтримкою аудіо і відео, мікрофон, динаміки або навушники, відеокамера, LAN, ISDN з'єднання.

Оптимально для спільного інтерактивного обміну інформацією, використання поділюваних додатків, пересилка файлів з низькими тимчасовими і фінансовими витратами.

Настільна відеоконференція об'єднує аудіо- і відеозасоби, технології зв'язку для забезпечення взаємодії в реальному масштабі часу шляхом використання звичайного персонального комп'ютера. При цьому всі учасники знаходяться на своїх робочих місцях, а підключення до сеансу відеоконференцій виробляється з персонального комп'ютера способом, дуже схожим на звичайний телефонний дзвінок.

Настільна відеоконференція дозволяє користувачам ефектно заповнювати проміжки часу між узгодженням і виконанням узгоджених дій, що дає незрівнянно більший ефект, ніж просто спілкування по телефону.

Для настільної відеоконференції потрібні персональний комп'ютер, конфігурований для використання в мережі, зі звуковими і відеоможливостями, кодер-декодер (для стиснення / декомпресії звукових і відеосигналів), відеокамера, мікрофон, швидкодіючий модем, мережеве з'єднання або ISDN лінія.

Здатність спільно використовувати програми - невід'ємна частина сучасних настільних систем відеоконференцій. При спільному використанні ідей або даних вже недостатньо бачити і чути іншу людину. Значно більший ефект дає спільне спілкування при допомогою аудіо- та відеоінформації разом з можливістю одночасно бачити і використовувати різні документи і додатки.

В даний час більшість найбільш популярних систем настільної відеоконференції використовує "whiteboard", або дошку оголошень. З її допомогою окрема екранна область зарезервована для перегляду і спільного використання документів на додаток до вікна конференц-зв'язку, на якому відображаються учасники настільної відеоконференції.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Зазвичай під дошкою оголошень розуміють програмне забезпечення, що дає можливість спільного створення і редагування документів всіма учасниками конференції. Причому сам документ може не тільки складатися з текстової інформації, але і мати можливість відображення графіку і різних елементів оформлення, такі як виділення ділянок тексту маркером, наприклад. Перевагою дошки оголошень над іншими засобами групової обробки інформації, наявними в настільній відеоконференції, є відносно висока швидкодія в порівнянні з розподіленими додатками.

Доступна аудиторія і варіант спілкування: група з групою. Якісна характеристика зв'язку: необхідна велика продуктивність (ширина смуги зв'язку). Стиль спілкування: практично формальний, що орієнтується на регламент. Необхідні витрати: програмне і апаратне забезпечення, а також витрати на спеціалізовані засоби та приміщення.

Необхідне обладнання: обов'язкові дисплей (по діагоналі 29 або 37 дюймів) з можливістю масштабування зображення, ISDN з'єднання, спеціалізоване обладнання.

Оптимально для спільного інтерактивного прийняття рішень, організації групової взаємодії між віддаленими групами. Характерні представники: PictureTel (Concorde 4500).

Як видно з наведених вище характеристик, настільні відеоконференції підходять для організації ефективної взаємодії великих і середніх груп користувачів. Причому завдяки значно більш високій якості відеозображення сьогодні можливі обмін і перегляд документів, демонстрація яких у інших виключається. Крім того, вони ідеально підходять для проведення дискусій і виступів там, де особиста присутність неможлива.

### 1.2.2 Студійні відеоконференції

Доступна аудиторія і варіант спілкування: зазвичай один говорить з аудиторією. Якісна характеристика зв'язку: необхідна максимальна

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

продуктивність (ширина смуги зв'язку). Стиль спілкування: формальний, жорстко регламентований, встановлений ведучим. Необхідні витрати: на обладнання студії, на спеціалізоване обладнання.

Необхідне обладнання: студійна камера, відповідне звукове обладнання, контрольне обладнання та монітори, доступ до супутникового зв'язку або оптоволоконної лінії зв'язку. Оптимально використовувати для вирішення завдань, де потрібна максимальна якість і максимум можливостей для організації обробки інформації великою кількістю людей. Характерні представники: спеціалізоване телеустаткування.

Настільні відеоконференції - відносно нова технологія, яка з'явилася з декількох інших існуючих технологій. В минулому настільні відеоконференції були неможливі. Однак інтенсивний розвиток комп'ютерних технологій, особливо технологій зв'язку, мультимедіа і персональних комп'ютерів, дало їм поштовх до розвитку. Сьогодні більшість компаній шукають способи використання цієї технології, щоб зберегти конкурентоспроможність у своєму сегменті ринку.

Першими з'явилися студійні відеоконференції, що використовують спеціалізоване телевізійне обладнання, яке коштувало багато десятків, якщо не сотней тисяч доларів, і які нагадували собою телевізійну студію із спеціалізованим освітлювальним і звуковим обладнанням, з десятком камер. Крім того, доводилося орендувати спеціалізовану лінію, або використовувати супутниковий зв'язок.

Групові системи відеоконференції являють собою щось більше близьке до настільних, ніж студійних систем. Тому більшість фірм, випускають настільні засоби відеоконференцій, проте мають у своєму каталозі один-два варіанти групових.

Найдешевша і найпоширеніша система відеоконференцій базується на персональному комп'ютері. Більшість настільних відеоконференцій складається з набору програм і апаратури, інтегрованих в комп'ютер. Типовий набір складається з однієї-двох периферійних плат, відеокамери, мікрофона, колонок

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

або навушників і програмного забезпечення. Для зв'язку використовується локальна мережа, ISDN, або аналогові телефонні лінії.

Найбільш оптимальний рівень швидкодії - це використання локальної обчислювальної мережі в якості конвеєра передачі. Потрібно пам'ятати, що немає стандартів для об'єднання мереж відеоконференцій (H. 320 відноситься тільки до ISDN), отже, існують проблеми коректного зв'язку різнорідних мереж відеоконференцій. Крім того, стандарт H.320, який на сьогодні є основним, на основі якого розробляються інші стандарти відеоконференцій, свого часу зустрів протидію Intel. Вона в протигагу ІТУ сформувала свій власний комітет PCWG, який займався просуванням стандарту Indeo фірми Intel. Невдоволення фірми Intel було викликано обмеженнями, що накладалися стандартом H.320. Ситуація зі стандартами для відео (протистояння VHS і Video-8) не повторилася. Intel забезпечила сумісність з H.320 (тільки QCIF, але не CIF, як PictureTel, наприклад).

Ідеї щодо розвитку відеоконференцзв'язку впираються в такі досить серйозні проблеми, як повну відповідність систем насамперед прийнятим промисловим стандартам, таким, як H.320, який визначає, яким чином, в якому обсязі і з якою якістю будуть передаватися аудіо- і відеодані по лініях ISDN. Незважаючи на суперечки, більшістю провідних постачальників стандарт H.320 оцінений як самий життєздатний, найбільш вдало поєднує швидкість передачі і якість інформації, що передається по вузькосмугових лініях, подібно до того як V.32 є загальноприйнятим стандартом для визначення робочих характеристик модемного зв'язку.

Прагнення привести всі засоби до єдиного стандарту дуже важливо. Це дає можливість багатьом потенційним постачальникам ввести в ринок різні рішення, орієнтовані як на різноманітні сфери застосування, так і на різні цінові групи, що гарантують кінцевому користувачу можливість зробити вибір, не переживаючи за сумісність між декларованими системами. Це означає, що настільний відеоконференцзв'язок використовується на підприємстві, яке придбало достатнє число однотипних комплектів. А це в свою чергу при відповідності всіх систем

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

стандартам відеоконференцв'язку дозволить отримати набори, які за своїми характеристиками найбільш повно відповідають вимогам специфічних додатків користувача без обмеження на використання інших комплектів як програмного, так і комунікаційного та апаратного забезпечення.

Основна проблема з якістю відео полягає в тому, що наявні технології дозволяють здійснювати відносно низьку швидкість передачі кадру (фрейму). Однак ця проблема може бути вирішена, якщо система буде використовувати відеофіксацію та ефективну реалізацію стиснення зображення без істотної втрати якості.

Незважаючи на те, що середнє людське вухо в стані сприймати коливання від 20 Герц до 20 кГерц, викликані людським голосом, лежать в значно більш вузькій смузі. Це дозволяє істотно зменшити витрати мережевого трафіку на передачу аудіоінформації. Ось чому багато постачальників систем настільних відеоконференцій воліють покласти в основу своїх продуктів гарну якість аудіо і розвинені засоби групової обробки інформації.

### 1.3 Стандарти та протоколи

У діючих на сьогодні мережах IP-телефонії немає єдиного стандарту, який регламентує передачу аудіо- і відеотрафіку. Існують три основних сімейства протоколів, що реалізують свій підхід до побудови IP-мережі.

#### 1.3.1 Протокол H.323

Історично перший і найбільш поширений протокол, точніше набір рекомендацій для мультимедійних додатків в обчислювальних мережах, що не забезпечують гарантовану якість обслуговування (QoS). Цей протокол був прийнятий Міжнародним союзом електрозв'язку (ITU) в 1996 році.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основою H.323 стала розроблена в 1990 році специфікація H.320 і проведена з нею серія рекомендацій H.32x, що регламентували відеоконференцзв'язок в мережах ISDN. Рекомендації H.323 охоплюють сервіси передачі голосу, відео-та цифрових даних в мережах з комутацією пакетів і передбачають:

- управління смугою пропускання;
- стандарти для аудіо- та відеокодеків;
- кросплатформенність;
- міжмережеві конференції для різнорідних мереж;
- підтримку багатоточкових конференцій (три і більше учасників);
- підтримку багатоадресної передачі в багатоточковій конференції;
- підтримку групової адресації.

### 1.3.2 Протокол SIP

Другий за поширеністю протокол IP-телефонії - протокол ініціювання сеансів зв'язку SIP (Session Initiation Protocol). Вперше з'явився в березні 1999 року. Розроблення в рамках IETF і описів в рекомендаціях RFC 2543 цей протокол прикладного рівня регламентує встановлення, зміну і завершення мультимедійних сеансів з одним або декількома учасниками. SIP. Будучи клієнт-серверним протоколом, подібно до HTTP та SMTP працює на основі послідовних запитів-відповідей. Як і HTTP, SIP реалізований з допомогою текстових тегів - всі SIP-заголовки передаються у вигляді ASCII-тексту, що спрощує його використання в додатках. Сьогодні маса виробників програмного забезпечення і апаратури забезпечує підтримку SIP. На думку розробників, SIP не претендує на роль ведучого стандарту, а лише доповнює інші протоколи. На відміну від H.323, є сімейством протоколів. SIP - це лише один з кількох протоколів, які взаємодіють один з одним з метою організації сеансів передачі медійних потоків по мережах VoIP. Проте, багато аналітиків впевнені, що саме SIP прийде на зміну H.323, який на сьогодні використовується в корпоративних додатках VoIP.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Сьогодні SIP протокол отримав підтримку Microsoft, ставши ключовим компонентом програми Windows Messenger. Мережа Instant Messaging Network агентства Reuters і система розподіленої IP-телефонії Interactive Multimedia Server, розроблена Nortel Networks, так само основані на протоколі SIP.

### 1.3.3 Протокол MGCP

Цей протокол з'явився в жовтні 1999 року внаслідок об'єднання двох протоколів - SGCP (Simple Gateway Control Protocol) і IPDC (Internet Protocol for Device Control), за створенням яких стояли компанії Bellcore, Cisco Systems і Level 3. Цікаво відзначити, що ITU і IETF, розвиваючи свої протоколи - H.323 і SIP, плідно співпрацюючи в роботі над MGCP, створили протоколи MEGACO (в рамках IETF) і H.248 (в рамках ITU). У Cisco Systems також є своя реалізація MGCP-подібного протоколу - SSCP (Skinny Station Control Protocol).

Протокол управління шлюзами MGCP (Media Gateway Control Protocol) і споріднені специфікації - SGCP, IPDC, MEGACO, H.248 засновані на жорсткій ієрархії, яка складається з двох функціональних компонентів і повному відділенні управління сигналізацією від медіа-потоків. Управління сигналізацією здійснюється центральним керуючим пристроєм - контролером сигналізацій, а медіа-потоки обробляються шлюзами або абонентськими терміналами - IP-телефонами. Функціональне призначення кінцевих виконавчих пристроїв - шлюзів (або абонентських терміналів) визначається набором зрозумілих їм команд, надходять в простому текстовому форматі від контролера сигналізацій. Він задає орієнтацію з'єднань між кінцевими пристроями на передачу голосу, факсимільних повідомлень або цифрових даних.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.4 Якість і обсяг даних

Чим вище передається обсяг даних, тим якіснішим виходить відеозображення. При швидкості T1 (1536 Кб/с) якість відео найбільш оптимальна. Однак більшість користувачів не можуть використовувати дану швидкість із-за великої вартості. Саме тому для користувачів, яким потрібне оптимальне поєднання якості відео і вартості, особливо популярним є використання 768 Кб/с. Більшість організацій використовує 384 Кб/с. Швидкість 128 Кб/с використовується більшістю приватних користувачів ISDN.

Крім того, існує цілий ряд стандартів, які базуються на H.320:

- H.310 (для АТМ та широкопasmового ISDN);
- H.322 (IsoEthernet);
- H.323 (Ethernet);
- H.324 (для аналогових ліній).

У стандарт H.321 доданий стандарт MPEG-2, що дозволяє отримати повноекранне відеозображення телевізійної якості [7].

Якщо підтримка стандартів ряду H.320, H.323, P.324 декларована величезною кількістю постачальників, то найбільше проблем пов'язано зі стандартом T.120. Він регламентує розподіл документів, додатків, використання дошки оголошень і пересилання файлів. Менше 10 відсотків виробів провідних постачальників обладнання для настільних відеоконференцій підтримує зазначений стандарт (з більш ніж 60 основних найменувань - всього 6).

Неправильне вкладення коштів може призвести до використання не передових технологій. Саме тому при вирішенні питання використання засобів відеоконференцій необхідно виходити з ряду факторів, де ціна і велика кількість можливостей стоять аж ніяк не на першому місці. В першу чергу потрібно знати кілька ключових моментів, які дозволяють оцінити засоби відеоконференцій.

В основі будь-якої сучасної системи проведення відеоконференцій лежить пристрій, який називається кодер-декодером (кодеком). Кодеком відповідає за

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

кодування, декодування, стиснення і декомпресію звукових та відеосигналів. При рівних умовах (наприклад, при однаковій якості камер) чим краще реалізований кодек, тим кращим буде звуковий і відеосигнал. Функції кодека можуть бути виконані програмним забезпеченням або апаратним шляхом за допомогою DSP або деякої комбінації програмного і апаратного забезпечення.

Головний фактор, що впливає на ціну системи, - ціна і можливості кодека. Програмно реалізовані кодеки іноді в кілька разів дешевше апаратних. Однак для успішного використання їх необхідна значно вища продуктивність комп'ютера, а також потрібно більше місця на жорсткому диску і більше оперативної пам'яті. Іноді групові та настільні системи настільки близькі за можливостями і цінами між собою, що буває важко коректно їх позиціонувати. Більшість постачальників пропонують і ті і інші.

Персональні системи зазвичай виконуються як додатки для Windows, з відеозображенням в маленькому вікні на робочому столі. Вони також використовують одиночну ISDN лінію (один або два 64-Кбіт/с b-каналу). Крім традиційного двостороннього звукового та відеозв'язку, ці системи, як правило, надають можливості, які полегшують спільне використання даних, що дозволяє обом сторонам редагувати документ або електронну таблицю. Термін "балакучі голови" іноді характеризує звукову та відеоякість цих систем. Швидкі рухи призводять до значного спотворення зображень, який називають ефектом тіні. Така якість - результат обмеження ширини смуги частот, компромісів у реалізації кодека, дешевої камери і звукових компонентів. Тому в даних системах, хоча і декларується сумісність зі стандартами H.320 і G.261, в більшості випадків частота кадрів не перевищує 10, а дозвіл CIF взагалі недоступний.

Системи групових конференцій, іноді пропонують відео в повний екран, 30 кадрів в секунду, а також високу якість аудіо. Це досягається шляхом використання складних кодеків, високоякісних аудіо - та відеокомпонентів і значною смугою пропускання, що лежить поза межами одноканальної ISDN. Тому не дивно, що вартість таких систем може в кілька разів перевищувати

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

начебто близьку за характеристиками настільну систему. Отже, якщо є потреба у використанні групових засобів відеоконференцій, то необхідно застосувувати T1 (як дрібного, так і виділеного) або PRI з'єднання ISDN. Ммінімум для них - 384 Кбіт / с.

Ще однією серйозною проблемою є проведення конференцій з числом учасників більше 20 і спільним використанням не зовсім сумісних систем. Для вирішення цих проблем використовуються спеціалізовані пристрою MCU (Multipoint Control Unit), які історично є своєрідними мостами для з'єднання H.320 сумісних пристроїв. В число основних функцій MCU входить кодування, декодування, мікшування звуку та відео, а також управління та контроль за проведенням відеоконференції. Однак сьогодні назва MCU помилково дається тим мостам, які підтримують багатосторонні конференції з використанням даних і аудіо або тільки даних та несумісні з H.320. Насправді ці пристрої називаються MCS (Multimedia Conferencing Server).

Характерним прикладом засобів настільних відеоконференцій з усіма притаманними їм перевагами і недоліками можна вважати Intel ProShare Personal Video Conferencing System 200, яка, не будучи самою поширеною системою, проте є однією з найбільш функціонально багатих, апаратно-сумісних і не дуже дорогих рішень для відеоконференцій на базі Windows-сумісних комп'ютерів.

Відеоконференції в даний час - відносно нова технологія, яка з'явилася шляхом використання кращих властивостей інших технологій, в тому числі і настільки популярною сьогодні мультимедіа. Не так давно важко було передбачити, що відеоконференції перетворяться в серйозні інструменти для вирішення проблем, які постійно виникають в нашому стрімко мінливому світі.

Сьогодні більшість компаній шукають способи використовувати цю нову технологію, щоб залишитися конкурентоспроможними на своєму сегменті ринку.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

## 1.5. Постановка задачі

При виконанні дипломного проектування потрібно вирішити такі задачі:

- проаналізувати ринок IP телефонії. Обрати пристрої необхідні для організації IP телефонії.

- вивчити варіанти підключення та налаштування АТС з маршрутизатором Cisco 3845.

- розробити структурну схему організації IP телефонії.

Економію на міжнародних та міжміських телефонних дзвінках можна забезпечити за рахунок передачі телефонних розмов через глобальні мережі передачі даних, де немає жорстко регульованих тарифів. У більш тривалій перспективі серйозними факторами скорочення витрат стануть консолідація управління всіма сполуками для виходу в глобальні мережі, комутація всіх телефонних розмов через єдиний голосовий шлюз.

Швидка окупність капітальних витрат. Це пов'язано, перш за все, з поступовим зниженням ціни на обладнання для IP-телефонії і з появою програмного забезпечення, яке значно дешевше, ніж аналогічне ПЗ для звичайних телефонних станцій.

Скорочення витрат на адміністрування. Замість двох мереж даних зробити тільки одну, відповідно скорочується кількість персоналу, що займається обслуговуванням ІТ - інфраструктури. Більш того, навчання персоналу служб автоматизації не зпотребує значних ресурсів, так як при управлінні IP-телефонною станцією використовується те ж програмне забезпечення для віддаленого адміністрування з вікна Web-браузера, що і при управлінні іншими мережевими пристроями.

Проведення об'єднання голосового зв'язку з програмними додатками для ПК. Додаткові функції, які виникли в інфраструктурі звичайної телефонії, наприклад голосова пошта, автоматична довідкова, інтерактивний автовідповідач, стануть програмними додатками і будуть взаємодіяти зі

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

звичайними додатками для зберігання і обробки даних. Це знизить витрати на впровадження і одночасно забезпечить нові важливі функціональні можливості, що можуть виникнути за рахунок інтеграції.

Всі ці фактори сприятливо позначаться на роботі міської клінічної лікарні та міської поліклініки. Підвищиться якість надаваних медичних послуг за рахунок швидкого реагування на ситуацію і рішення гострих питань з лікарями-клініцистами.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

## 2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЇ

### 2.1. Сценарії мобільності в мережах IP-телефонії

Всі об'єкти, які беруть участь у процедурі мобільності, можна поділити на такі функціональні елементи.

IP Application Point of Attachment (APoA) - точка підключення IP-додатків. Це компонент (шлюз), в якому термінал реєструється на прикладному рівні, наприклад, термінал H.323. Функцією ApoA є забезпечення з'єднання мобільного абонента з мережею на прикладному рівні.

Home Entity (HE) - домашній компонент, наприклад шлюз, який управляє встановленням з'єднання з абонентом. Він зберігає дані про набір характеристик (профілі) абонента, надає ApoA дані про поточне місцезнаходження абонента.

Network Point of Attachment (NPoA) - точка підключення мережі. Це компонент, який забезпечує з'єднання між різними IP-мережами. У його функції входить забезпечення зв'язку мобільного абонента з мережею на транспортному рівні. Прикладом NPoA є маршрутизатор доступу.

Subnet - підмережа, яку обслуговує одним NPoA. Serving Area - зона обслуговування, яка може включати кілька підмереж, що обслуговуються одним ApoA. Перераховані елементи мережі IP-телефонії, що беруть участь при реалізації функцій мобільності, показані на рисунку 2.1.

У мережах IP-телефонії можливі наступні чотири сценарії мобільності:

- мобільність між підмережами;
- мобільність між зонами обслуговування;
- мобільність між підмережами і зонами обслуговування одночасно;
- мобільність між підмережами, що знаходяться в різних зонах обслуговування.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



Рисунок 2.1 - Функціональні елементи обслуговування абонента при мобільності

На рисунках 2.2 – 2.5 показані різні сценарії мобільності абонента в мережі ІР-телефонії.

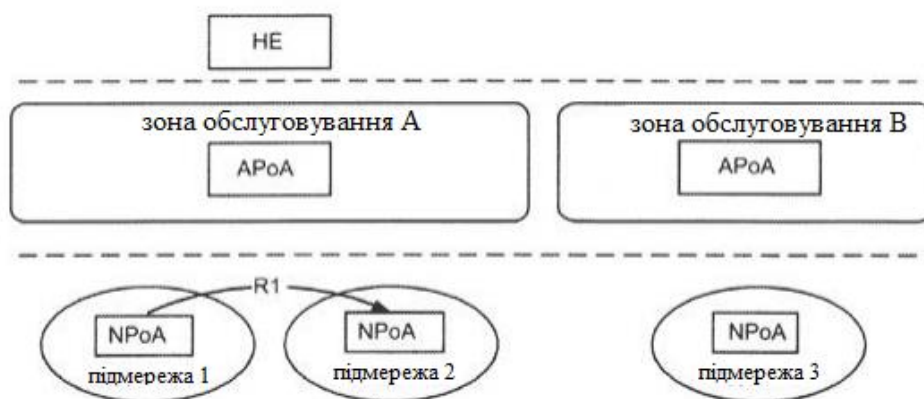


Рисунок 2.2 - Мобільність між підмережами в межах однієї зони обслуговування

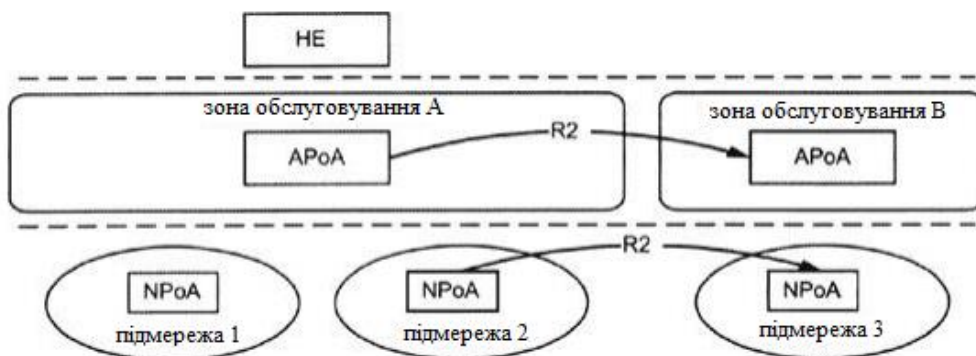


Рисунок 2.3 - Мобільність між підмережами і між зонами обслуговування

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



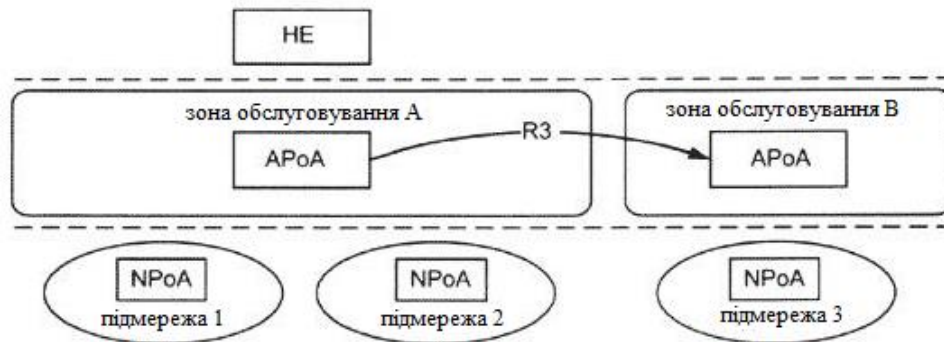


Рисунок 2.4 - Мобільність між зонами обслуговування

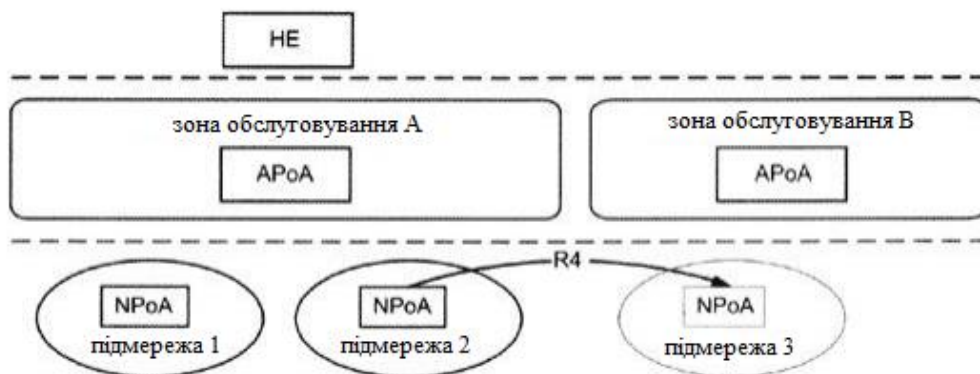


Рисунок 2.5 - Мобільність між підмережами, що знаходяться в різних зонах обслуговування

Мобільність в мережі IP-телефонії на базі протоколу SIP та H.323. Мобільність користувача в SIP-протоколі заснована на застосуванні унікального персонального ідентифікатора, в той час як мобільність користувача IP-телефонії в стандарті H.323 можлива, але до кінця не визначена. Відповідно до процедур стандарту спочатку встановлюється сигнальне з'єднання зі шлюзом зони H.323, а отже, адреса абонента може бути визначена перед встановленням з'єднання, тому можливе перенаправлення сигнального з'єднання з повною обробкою на прикладному рівні.

Для реєстрації користувачів використовується сервер-реєстратор Registrar для реєстрації SIP-терміналів, після того як він надсилає запит про реєстрацію. Далі сервер-реєстратор повідомляє домашньому серверу користувача, де він зареєстрований.

Кожний користувач мережі може викликати іншого абонента за допомогою повідомлення-запрошення. Після видачі сервером-реєстратором інформації про знаходження абонента Проху-сервер встановлює з'єднання між користувачами.

Перевагою SIP часто називають мобільність, причому цей термін має кілька значень. По-перше, під мобільністю розуміють незалежність від виробника обладнання: дійсно, рішення від різних виробників практично завжди виявляються сумісні один з одним, що, наприклад, в порівнянні з протоколом H.323 є перевагою. Друге розуміння - це мобільність самого абонента: завдяки системі серверів локалізації та переадресації завжди можна дзвонити на один і той же номер (адресу), а SIP-сервер самостійно розшукає абонентатам, де він знаходиться.

У той час протокол H.323 надає більше можливостей управління послугами, як в частині аутентифікації та обліку, так і в частині контролю використання мережевих ресурсів.

Протокол SIP має хороший набір засобів підтримки персональної мобільності користувачів, в число яких входить переадресація виклику до нового місця розташування користувача, одночасний пошук за кількома напрямками (з виявленням зациклення маршрутів) і т. д. У протоколі SIP це організовується шляхом реєстрації на сервері визначення місця розташування, взаємодія з яким може підтримуватися будь-яким протоколом. Персональна мобільність підтримується і протоколом H.323, але менше гнучко. Так, наприклад, одночасний пошук користувача по декількох напрямках обмежений тим, що шлюз, отримавши запит визначення місця розташування користувача LRQ не транслює його до інших шлюзів.

IP-телефонія для користувачів мереж стільникового рухомого зв'язку. Багатьма компаніями стільникового зв'язку, наприклад, компанією Motorola, були створені нові лінійки продукції, які покликані об'єднати мобільний зв'язок і домашню телефонію, даючи користувачам можливість спілкуватися, використовуючи один телефонний номер і один мобільний термінал незалежно,

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чи знаходяться вони вдома або за його межами. Мінімально достатнє рішення включає в себе безпроводну точку доступу стандарту 802.11b/g/n, чотириохпортовий маршрутизатор та адаптер VoIP-телефонії. За умови застосування спеціальних терміналів dual-mode handset (DMH), що працюють як в безпроводній домашній мережі, так і в стільникових мережах, технологія дозволить непомітно для користувача перемикатися між мережами залежно від віддаленості користувача і якості сигналу.

Подібні пристрої можуть застосовуватися як багатофункціональні, через які може бути організована передача не тільки потоків даних IP-телефонії, але і найрізноманітніших даних, отриманих через широкосмугове з'єднання на будь-які пристрої, підключені до домашньої безпроводної мережі.

Перевагами такого варіанту є: можливість для терміналу використовувати стільниковий канал або Wi-Fi, в залежності від якості прийому; пріоритетність трафіку IP-телефонії перед іншими, що дозволяє домогтися максимально можливої якості звуку при використанні Wi-Fi і VoIP; підтримка функцій ідентифікації вхідного дзвінка, утримання виклику, конференц-зв'язок, переадресації дзвінка; шифрування даних для захисту від несанкціонованого прослуховування.

## 2.2 Передача мультимедійних даних в режимі реального часу

Системи відеоконференцзв'язку базуються на досягненнях технологій засобів телекомунікацій та мультимедіа. За допомогою комп'ютера зображення і звук передаються по каналах зв'язку локальних і глобальних обчислювальних мереж. Обмежуючими факторами для таких систем є пропускна здатність каналу зв'язку і алгоритми компресії / декомпресії цифрового зображення і звуку. Припустимо, ми маємо нерухому картинку (кадр) на екрані комп'ютера розміром 300x200 пікселів з глибиною кольору всього 1 біт/піксель. На запис такого

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

зображення потрібно 60 Кбайт. Швидкість зміни кадрів в телевізорі становить 25 кадрів/с, в професійному кінопроекторі 24 кадри/с. Для того, щоб отримати таку ж частоту зміни кадрів розміром 60 Кбайт кожен, канал зв'язку повинен забезпечити пропускну здатність 1,5 Мбайт/с. Жоден сучасний канал зв'язку такої пропускну здатності за розумну ціну не забезпечує, тому виникає проблема стиснення відеосигналу. На сьогодні відомі два основних типи алгоритмів стиснення відеозображення: алгоритми стиснення без втрат і алгоритми стиснення з втратами. Алгоритми стиснення з втратами дозволяють домогтися дуже високого ступеня стиснення зображення, такий, що навіть по низькошвидкісних каналах зв'язку можна передавати зображення з незначною втратою якості, практично непомітною для людського ока. Виконання таких алгоритмів вимагає чималих обчислювальних потужностей. Для досягнення прийнятних частот зміни кадрів на екрані монітора потрібне дороге апаратне забезпечення, яке отримало назву - CODEC (Compression / decompression). Концепція настільних відеоконференцій передбачає можливість доступу до телеконференцій з будь-якого комп'ютера. Використання дорогого устаткування CODEC йде врозріз з цією концепцією, що змушує виробників апаратури систем відеоконференцій вдаватися до розумних компромісів.

Декомпресія зображення вимагає меншої обчислювальної потужності, ніж компресія, тому деякі виробники використовують апаратні засоби для компресії даних, а декомпресія здійснюється програмно.

Стандарт JPEG і його похідні. Стандарт JPEG (Joint Photographic Experts Group, група експертів по фотографічним зображенням) є стандартом ISO (International Standards Organization, Міжнародна організація по стандартизації).

Цей стандарт підтримує компресію як з втратами, так і без втрат. Однак якщо термін "формат стандарту JPEG" вживається без будь-яких застережень, то зазвичай це означає, що мається на увазі компресія з втратами. Стиснення зображення методом JPEG передбачає перетворення блоків зображення в реальному кольорі розміром 8x8 пікселів в набір рівнів яскравості і кольору. До кожного блоку застосовується двовимірне дискретне перетворення Фур'є, в

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

результаті чого виходить набір із 64 коефіцієнтів, що представляють даний блок. В результаті виходить уявлення коефіцієнтів в двійковому вигляді. Цей метод забезпечує стиснення зображення в межах від 10:1 до 20:1 при прийнятній якості. Основне призначення формату JPEG з втратами - отримання фотографічних зображень високого ступеня стиснення при незначних видимих втратах якості. Формат MJPEG, або Motion JPEG (JPEG для рухливих зображень) не належить до стандартів ISO. Проте, так прийнято називати цифровий відеосигнал, що представляє собою послідовність зображень, стиснутих з втратами в стандарті JPEG.

Стандарт H.261 розроблений організацією зі стандартів телекомунікацій ITU (Міжнародний союз телефонного зв'язку), яка раніше називалася ССІТТ (Міжнародний консультативний комітет з телеграфії і телефонії). На практиці, перший кадр у стандарті H.261 завжди являє собою зображення стандарту JPEG, компресоване із втратами та з високим ступенем стиснення. Наступні кадри будуються з фрагментів зображення (блоків), або JPEG-подібних, або фіксують відмінності від фрагментів попереднього кадру. Послідовні кадри відеоряду, як правило, дуже схожі один з одним. Тому стандарт H.261 найчастіше використовують у телеконференціях. Код, що задає переміщення частини зображення є коротшим від коду аналогічного фрагмента в стандарті MJPEG, тобто вимагає передачі меншої кількості даних.

Тому при певному значенні пропускної здатності лінії зв'язку зображення у форматі H.261 візуально сприймається більш якісним, ніж зображення у форматі MJPEG. Відмінності кадрів завжди кодуються виходячи з попереднього кадру. Тому дана методика отримала назву "диференціація вперед" (forward differencing). Отже, зображення у форматі H.261 передається меншою кількістю даних, і, крім того, для декодування такого зображення потрібно менше обчислювальної потужності, ніж для декодування відеопотоку у форматі MJPEG при аналогічній якості.

Специфікація MPEG (Motion Picture Experts Group, Група експертів по рухомим зображенням) пропонує ще більш витончену, ніж стандарт H.261,

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

методику підвищення якості зображення при меншому обсязі переданих даних, реалізовану в стандартах MPEG-1 і MPEG-2. Крім диференціації вперед, стандарт MPEG-1 забезпечує диференціацію назад (backward differencing) і усереднення (averaging) фрагментів зображення. Навіть на CD-ROM з одинарною швидкістю передачі даних (1,2 Мбіт / с) MPEG-1 дозволяє домогтися якості, порівнянної з якістю касети VHS, записаної на професійній апаратурі. Крім того, MPEG-1 нормує кодування аудіосигналу, синхронізованого з відеосигналом. 2.2.4.1.

Відео MPEG. Кольорове цифрове зображення перекладається в колірний простір YUV (YCbCr). Компонент Y являє собою інтенсивність, а U і V - кольоровість. Так як людське око менш чутливе до кольоровості, ніж до інтенсивності, то дозволів колірних компонент може бути зменшено в 2 рази по вертикалі, або і по вертикалі і по горизонталі.

До анімації і високоякісного студійного відео зменшення дозволу не застосовується для збереження якості, а для побутового застосування, де потоки більш низькі, а апаратура дешевша, така дія не призводить до помітних втрат у візуальному сприйнятті, зберігаючи в той же час біти даних.

Основна ідея всієї схеми - це передбачати рух від кадру до кадру, а потім застосувати дискретне косинусне перетворення (ДКП), щоб перерозподілити надмірність в просторі. ДКП виконується на блоках 8x8 точок, прогнозування руху виконується на каналі інтенсивності (Y) на блоках 16x16 точок, або, в залежності від характеристик вихідної послідовності зображення, на блоках 16x8 точок. Іншими словами, даний блок 16x16 точок в поточному кадрі шукається у відповідній області більшого розміру в попередніх або наступних кадрах. Коефіцієнти ДКП (вихідних даних або різниці цього блоку і йому відповідного) квантуються, тобто діляться на деяке число, щоб відкинути несуттєві біти. Багато коефіцієнтів після такої операції виявляються нулями. Коефіцієнт квантування може змінюватися для кожного "макроблоку" (макроблок - блок 16x16 точок з Y-компонент і відповідні блоки 8x8 у разі відношення YUV 4:2:0, 16x8 в разі 4:2:2 і 16x16 в разі 4:4:4. Коефіцієнти ДКП, параметри квантування,

						ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
							34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

вектори руху та ін. кодується по Хаффману з використанням фіксованих таблиць, визначених стандартом. Закодовані дані складаються в пакети, які формують потік згідно синтаксису MPEG.

Стандарт MPEG-2 [10] повністю перекриває стандарт MPEG-1 і містить нові, більш суворі норми, орієнтовані на вимоги телевізійного мовлення. Наприклад, він підтримує розгортку, як в аналоговому телебаченні. Широке розповсюдження стандарту MPEG-2 може привести до цифрової революції в області відео, яку давно очікують і яка буде порівнянна з цифровою революцією в області аудіо, яка відбулася в останнє десятиліття.

Гарні ринкові перспективи є у всіх описаних вище стандартів: JPEG, H.261 і MPEG.

Так, формат JPEG найкраще застосовувати для нерухомих зображень, а також для відеомонтажу, якщо потрібна висока точність монтажу окремих кадрів. Стандарт MPEG годиться для відеопродукції, споживач якої чекає якості зображення, порівнянного з якістю зображення на побутовій аналоговій відеокасеті: комп'ютерних навчальних матеріалів, ігор, кінофільмів на CD, а також відео з вимогу (video on demand). На сьогоднішній день найчастіше використовується стандарт H.261, так як для них не потрібно відеозображення дуже високої якості.

Стандарт Cell. Компанія Sun Microsystems запропонувала свій стандарт компресії. Існують два методи компресії з цього стандарту: CellA і CellB. Метод CellA вимагає більшої обчислювальної потужності для компресії / декомпресії сигналу, ніж метод CellB. Тому, в системах відеоконференцій, що вимагають роботи відео в реальному часі, використовується метод CellB. У цьому методі зображення ділиться на 4x4 групи пікселів, які називають осередками (cell). В основу алгоритму компресії покладено метод BTC (Block Truncation Coding). 16 пікселів в кожному осередку перетворюються в 16-бітову маску кольоровості і дві 8-бітові маски інтенсивності, тому для кодування 384 бітів потрібні всього 32 біти. Це означає ступінь стиснення 12:1. Перевага методу Cell полягає в тому, що в процесі декомпресії можна використовувати графічні примітиви Windows-

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

подібних систем. Такі примітиви виконуються апаратно стандартними графічними акселераторами, що дозволяє користуватися апаратною декомпресією, використовуючи стандартне обладнання, вже встановлене в комп'ютері.

Стандарт NV. Підрозділ PARC компанії Xerox запропонував метод компресії NV (Network Video). Метод використовується в системах телеконференцій, що працюють в Internet. На першому кроці алгоритму поточне зображення порівнюється з попереднім і виділяються області, в яких відбулися значні зміни. Залежно від того, що є лімітуючим фактором - смуга пропускання каналу зв'язку або обчислювальна потужність обладнання, для компресії використовуються або перетворення Фур'є, або перетворення Хаара. Після квантування перетвореного зображення досягається ступінь стиснення до 20:1.

Стандарт CU-SeeMe В експериментальній системі відеоконференцій CU-SeeMe, розробленої в Корнуельському університеті, вхідне зображення представляється 16 градаціями сірого кольору з 4 бітами на піксель. Зображення розбивається на блоки пікселів загальною кількістю 8x8. Кадр порівнюється з попереднім, і пересилаються тільки блоки, в яких відбулися значні зміни. Компресія цих блоків відбувається за допомогою алгоритму стиснення без втрат, розробленого спеціально для системи CUSeeMe. З урахуванням можливих втрат даних в каналі зв'язку періодично пересилаються і незмінні блоки. Ступінь стиснення зображення становить 1,7:1. Алгоритм компресії спочатку був розроблений для апаратно-програмної платформи Macintosh. Він працює з вісьмома 4-бітними пікселями як з 32-бітними словами. Для системи CU-SeeMe мінімальна пропускна здатність каналу зв'язку повинна бути не нижче 80 Кбіт/с.

Стандарт Indeo. Фірма Intel розробила метод компресії / декомпресії Indeo. В основі методу лежить розрахунок зображення поточного кадру за даними попереднього. Передача кадру відбувається тільки в тому випадку, якщо розрахункові значення значно відрізняються від реальних. Компресія здійснюється за методом 8x8 FST (Fast Slant Transform), в якому

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36



використовуються тільки алгебраїчні операції додавання і віднімання. Ступінь стиснення в методі Indeo становить 1,7:1.

Деякі стандарти компресії аудіосигналу засновані на технології оцифровки звуку - сигнал РСМ або ІКМ (PCM, pulse code modulation). Аналоговий звуковий сигнал дискретизується за часом і квантуванням по амплітуді. Чим більша кількість біт використовується для квантування по амплітуді, тим більш високоякісним буде відтворення звуку. Якщо використовувати логарифмічний крок квантування, то звук, квантований 8 бітами, буде відповідати за якістю звуку, квантованим 14 бітами з рівномірним кроком. При цьому ступінь стиснення сигналу складе 1,75:1. Відомі два методи логарифмічного квантування: A-law PCM і  $\mu$ -law PCM.  $\mu$ -law PCM використовується в США і Японії на цифрових лініях зв'язку ISDN. В інших країнах на лініях ISDN використовується метод A-law PCM. Ці два методи увійшли в рекомендацію стандарту G.711 ITU-TSS і вимагають мінімальної пропускну здатності каналу не нижче 64 Кбіт/с.

Компресія / декомпресія голосу. Для кодування тільки людського голосу можуть використовуватися деякі спеціальні методи. При кодуванні методом лінійного передбачення LPC (Linear Predictive Coding) реальна мова накладається на аналітичну модель голосового тракту. Каналом зв'язку передаються тільки "параметри найкращого збігу", які під час декодування використовуються для генерації синтетичного голосу, близького за звучанням до оригіналу. Для LPC-кодування потрібна смуга пропускання не нижче 2,4 Кбіт/с. Розвиток методу LPC, метод лінійного передбачення з порушенням кодів CELP (Code Excited Linear Prediction), використовує таку ж аналітичну модель голосового тракту, як і в методі LPC. Але в методі CELP розраховуються відхилення між вихідною мовою і аналітичною моделлю. По каналах зв'язку передаються параметри моделі і відхилення. Відхилення представлені як індикатори. Індикатори заносяться в загальну книгу кодів, яка доступна кодувальнику і декодувальнику. Додаткові дані у вигляді індикаторів дозволяють домогтися декодованого сигналу більш високої якості, ніж при

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

простому кодуванні LPC. CELP вимагає пропускної здатності каналу не нижче 4,8 Кбіт/с. Як стандарт G.728 ITU-SS запропонований метод LD-CELP (Low Delay CELP), для якого потрібна смуга пропускання не менше 16 Кбіт/с.

Метод LD-CELP вимагає великої обчислювальної потужності і спеціальних апаратних засобів.

### 2.3 Технічні вимоги до абонентського пристрою конференцзв'язку

Існує багато причин, чому протоколи сімейства TCP / IP були обрані за основу Internet. Це перш за все можливість роботи з цими протоколами як локальних (LAN), так і в глобальних (WAN) мережах та здатність протоколів управляти великою кількістю стаціонарних і мобільних користувачів. До даного протоколу більше підходить назва "Комплекс протокол Internet ". До його складу входять протоколи UDP, ARP, ICMP, TELNET, FTP і багато і інших, але найчастіше використовують тільки термін TCP/IP.

Завданням TCP є доставка всієї інформації до комп'ютера одержувача, контроль послідовності переданої інформації, повторна відправка недоставлених пакетів в разі збою роботи мережі.

Крім того, якщо повідомлення досить велике, щоб відправити його в даному пакеті, TCP ділить і відправляє його декількома блоками. TCP також здійснює контроль за складанням початкового повідомлення з цих блоків на комп'ютері одержувача.

Подібно до того, як поштовий протокол використовує TCP, сам TCP використовує протокол IP, який забезпечує доставку пакета за адресою, тобто адресацію і маршрутизацію. Функції, які представляє TCP, необхідні для роботи безлічі додатків, однак існують додатки, для роботи яких ці функції не потрібні. Ці додатки використовують замість TCP свій протокол, що забезпечує взаємодію

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

додатків, наприклад UDP, якому для роботи необхідний механізм, який би здійснював доставку пакета за адресою ( тобто рівня IP).

Схему використання проколів найлегше представити у вигляді дерева. На цьому дереві листям будуть призначені для користувача програми, які працюють з протоколами самого верхнього рівня (наприклад поштовим протоколом). У свою чергу, протоколи верхнього рівня являють собою гілки крони. Рівень TCP можна уявити як товсті гілки, які ростуть зі стовбура і тримають крону. А сам стовбур - це рівень IP.

Подібна модель побудови декількох рівнів протоколів називається "багаторівневим передаванням мережних протоколів". Під цим мається на увазі, що протокол на більш високому рівні при своїй роботі використовує сервіси, передані протоколами більш низького рівня. Сімейство протоколів TCP/IP має 4 яскраво виражені рівня:

- рівень додатків (прикладний рівень);
- рівень, який реалізує транспортні функції (транспортний рівень);
- рівень, що забезпечує доставку і маршрутизацію пакета (мережевий рівень);
- рівень сполучення з фізичним середовищем (канальний рівень).

Опишемо склад і основні функції протоколів кожного рівня сімейства TCP/IP.

Рівень сполучення з фізичним середовищем (канальний) забезпечує надійний транзит даних через фізичний канал. Цей рівень вирішує завдання фізичної адресації, повідомлення про несправності, впорядкованої доставки блоків даних і управління потоком інформації.

Нижче цього рівня розташований тільки апаратний рівень, який визначає електротехнічні, механічні, процедурні та функціональні характеристики активізації, підтримки і деактивізації фізичного каналу між кінцевими системами (рівні напруг, синхронізації змін напруг, швидкість передачі фізичної інформації, максимальні відстані передачі інформації, фізичні з'єднання і ін.).

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мережевий рівень - це комплексний рівень. він забезпечує можливість з'єднання і вибір маршруту між двома кінцевими системами, підключеними до різних "мережі", які можуть знаходитися в різних географічних пунктах. До цього рівня в ТСП/IP відноситься міжмережевий протокол IP, який є базовим у структурі ТСП/IP і забезпечує доставку пакету за місцем призначення - маршрутизацію, фрагментацію і збірку отриманих пакетів на хості одержувача. Цьому рівню належить протокол ICMP, в функції якого входять, в основному, повідомлення про помилки і збір інформації про роботу мережі.

Транспортний рівень представляє послуги з транспортування даних. Ці послуги надають механізми передачі даних прикладного рівня від необхідності виникати в деталі транспортування даних. Зокрема, задачею транспортного рівня є вирішення таких питань, як надійне і достовірне транспортування даних через мережу.

Прикладний рівень ідентифікує і встановлює наявність кандидатів у партнери для зв'язку, синхронізує спільно працюючі прикладні програми, встановлює угоди по процедурам усунення помилок і управління цілісності інформації. Крім того протоколи прикладного рівня визначають, чи є в наявності досить ресурсів для передбачуваного зв'язку. Прикладний рівень також відповідає за те, щоб інформація, що посилається з прикладного рівня однієї системи була прочитана на прикладному рівні іншої системи. Прикладний рівень встановлює і завершує сеанси зв'язку взаємодії між прикладними завданнями, управляє цими сеансами, синхронізує діалог між об'єктами і управляє обміном інформацією між ними. Крім того, прикладний рівень надає засоби для відправки інформації та повідомлення про виняткові ситуації передачі даних.

Комплект протоколів Internet включає в себе велику кількість протоколів вищих рівнів, що мають найрізноманітніші застосування, в тому числі управління мережею, передачу файлів, розподілені послуги користування файлами, емуляція терміналів і електронна пошта.

Найбільш широко використовуваний протокол транспортного рівня - це, як було описано вище, ТСП. Незважаючи на те, що ТСП дозволяє підтримувати

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безліч різноманітних розподілених додатків, він не підходить для додатку реального часу. Використання TCP як транспортного протоколу TCP для цих додатків неможливо по кількох причинах.

1. Цей протокол дозволяє встановити з'єднання тільки між двома кінцевими точками, отже, він не підходить для багатоадресної передачі.

2. TCP передбачає повторну передачу втрачених сегментів, які прибувають, коли додаток реального часу вже їх не чекає.

3. TCP не має зручного механізму прив'язки інформації про синхронізацію до сегментів, це додаткова вимога додатків реального часу.

Зворотній зв'язок з одержувачами важливий для діагностування помилок при поширенні. Аналізуючи повідомлення всіх учасників сеансу, адміністратор мережі може визначити, стосується дана проблема одного учасника або носить загальний характер. Якщо додаток - відправник приходить до висновку, що проблема характерна для системи в цілому, наприклад, через відмову одного з каналів зв'язку, то він може збільшити ступінь стиснення даних за рахунок зниження якості або взагалі відмовитися від передачі відео - це дозволяє передавати дані по з'єднанню низькою ємності.

Ідентифікація відправника. Пакети RTCP містять стандартний текстовий опис відправника. Вони пропоставляють більше інформації про відправника пакетів даних, ніж випадковим чином обраний ідентифікатор джерело синхронізації. Крім того, вони допомагають користувачеві ідентифікувати потоки, що відносяться до різних сеансів.

Оцінка розмірів сеансу і масштабування. Для забезпечення якості послуг і зворотного зв'язку з метою управління завантаженістю, а також з метою ідентифікації відправника всі учасники періодично посилають пакети RTCP. Частота передачі цих пакетів знижується з ростом числа учасників. При невеликому числі учасників один пакет RTCP надсилається максимум кожні 5 секунд.

Таким чином з протоколом мережевого рівня IP (Internet Protocol) взаємодіють два протоколи транспортного рівня: TCP і UDP. TCP (Transmission

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

control protocol) забезпечує надійний зв'язок за рахунок потужних засобів контролю помилок при відправці пакетів і повторної відправки пакета в разі помилки. UDP (user datagram protocol) такими засобами контролю над помилками і повторної відправки пакета не володіє. Необхідність передачі аудіо- та відеоінформації по Internet привела до створення нового транспортного протоколу RTP (Real-time Transport Protocol). Його робоча специфікація була запропонована групою AVT (Audio / Video Transport working group) розробників засобів передачі аудіо / відеоінформації, що входить в організацію IETF (Internet Engineering Task Force). Протокол RTP відповідає за черговість, таймінг і якість аудіо / відеоінформації, переданої в режимі "точка-точка" або "точка-багатоточка". Більшість розробників систем MBone використовують в своїх системах RTP. Серед них такі як Communique (InSoft), InPerson (Silicon Graphics), ShowMe (Sun Microsystems).

На сьогоднішній день системи настільних відеоконференцій, розроблені різними виробниками, практично несумісні одна з одною. Тому виникла гостра необхідність створення загальноприйнятих стандартів на ці системи.

Організація ITU, про яку вже йшлося раніше, є агентством ООН. В рамках цієї організації державні і приватні компанії координують роботи зі створення мереж телекомунікацій і телекомунікаційних послуг. Сектор ITU-T займається розробкою стандартів для систем відеоконференцій, що працюють по каналах ISDN.

Рекомендація стандарту для систем конференцзв'язку H.320, запропонована ITU-T, носить назву "Narrow-Band Visual Telephone System and Terminal Equipment". Специфікацію H.320 найчастіше називають P \* B4, де P – ціле число, оскільки вона була розроблена для каналів ISDN з пропускну здатністю, кратної 64 Кбіт/с. H.320 представляє собою набір рекомендацій по використанню стандартів компресії / декомпресії аудіо- і відеосигналу, а також синхронізації, мультиплексуванню і фрагментуванню даних. Рекомендація T.120 ITU-T називається "Transmission Protocols For Multimedia Data". Рекомендація

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розроблена для обміну даними в режимі конференцзв'язку. Такими даними можуть бути зображення і замітки "настінної дошки", бінарні файли та ін.

Рекомендація ІТУ-Т Н.324 називається "Multimedia terminal for low bitrate visual telephone services over the GSTN". Н.324 визначає стандарти для передачі аудіо, відео і даних через модеми V.34 зі швидкістю 28,8 Кбіт/с по аналогових телефонних лініях загального призначення.

Настільні системи відеоконференцзв'язку можна використовувати для найрізноманітніших цілей: проведення нарад територіально розосереджених робочих груп, для дистанційного зв'язку зі фахівцями, для цілей заочного навчання, при трансляції телевізійних програм, проведенні брифінгів і т.п. Якщо члени групи, розробляють програмний продукт, перебувають на значній відстані один від одного, вони можуть відмовитися від особистих зустрічей і узгоджувати свої дії за допомогою відеоконференцій, заощаджуючи тим самим час і гроші.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 3 МОДЕЛЮВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ VOIP

### 3.1 Опис і характеристика вибраного устаткування

Маршрутизатор Cisco 3845. Cisco 3845 (рисунок 3.1) - маршрутизатор з інтеграцією сервісів, що забезпечує всі потреби в сучасних комунікаціях для великих офісів і філій (до 720 робочих місць при використанні IP ATC CallManager Express або до 720 робочих місць при використанні IP-PBX Survivable Remote Site Telephony).



Рисунок 3.1 – Маршрутизатор Cisco 3845

Може виконувати функції:

- маршрутизатора доступу і маршрутизатора локальної мережі;
- центру IP-телефонії та голосової пошти;
- інтегрованого рішення для забезпечення безпеки, завдяки високопродуктивному міжмережевому екрану; системі запобігання вторгнень, шифруванню і створенню VPN-тунелів, системі Cisco NAC і фільтрації по URL.
- центру безпроводного доступу (безпроводне підключення ноутбуків і WLAN-телефонів).

Motorola Sanopy. Система Sanopy фірми Motorola (рисунок 3.2) широко використовується операторами з 2001 року для організації зв'язку на ділянці "останньої милі". Система складається з обладнання точки доступу, призначеного для розподілу послуг між споживачами, і абонентського модуля, встановлюваного у клієнта. Шість точок доступу Sanopy утворюють вузол доступу, який може обслуговувати до 1200 абонентських модулів в усіх

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



напрямках. кожна сота може обслуговувати абонентів, що знаходяться в радіусі від 3 до 16 км (з використанням пасивного відбивача). Швидкість передачі даних становить 10 Мбіт / с, діапазон частот - 5,2 ГГц.

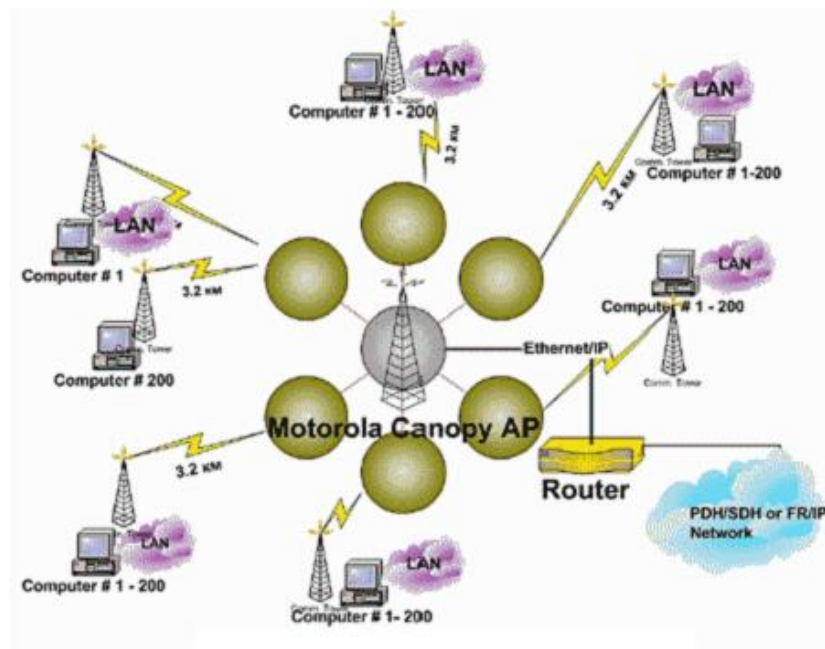


Рисунок 3.2 - Архітектура системи Motorola Canopy

BreezeACCESS. Ізраїльська компанія Alvarion - великий постачальник обладнання та рішень організації безпроводного широкосмугового інфраструктури для операторів зв'язку. Для організації рішень "останньої милі" обладнання BreezeACCESS VL діапазону 5,2 ГГц.

Рішення серії BreezeACCESS забезпечують високошвидкісний доступ до даних і є чудовою альтернативою провідним мережам доступу (включаючи лінії зв'язку ISDN, DSL і кабельні модеми).

Архітектура BreezeACCESS оптимізована для підтримки швидкодіючих бездротових IP послуг, в тому числі телефонії. Використовуючи технологію комутації пакетів даних, BreezeACCESS забезпечує постійне підключення з динамічної пропускної здатністю на вимогу, що є ідеальним рішенням для непередбачуваного інтернет-трафіку.



Рисунок 3.3 - Устаткування системи радіодоступу BreezeACCESS

Cisco Call Manager. Cisco Call Manager є центральним компонент рішення Cisco IP телефонії і відеотелефонії. Він призначений для виконання основних функцій, що управляють в системі, таких як управління установленому телефонних і відео з'єднань і забезпечення додаткових функцій для абонентів корпоративної мережі IP-телефонії. Інтеграція додатків, в тому числі систем голосової пошти, уніфікованої обробки повідомлень (Unified Messaging), систем проведення мультимедійних нарад, інтерактивної мовного взаємодії (IP IVR), і т.д. також здійснюється з використанням Cisco CallManager на основі підтримуваних ним відкритих програмних інтерфейсів (API).

Cisco Call Manager (рисунок 3.4) забезпечує широкий набір засобів для адміністратора системи з налагодження і управління системою IP-телефонії / відеотелефонії. В якості апаратної платформи для програмного забезпечення Cisco CallManager використовуються сервери Cisco Media Convergence Server (MCS), а також сертифіковані моделі серверів інших виробників (IBM, HP).

IP-АТС AddPac IP-Next500 (рисунок 3.5). IP АТС - це телефонна станція, що забезпечує передачу голосу (телефонних дзвінків) за технологією VoIP (Voice over IP).

IP-АТС сьогодні активно впроваджують при побудові нових (або модернізації старих) систем телефонного зв'язку, як у великих транснаціональних корпораціях, так і в компаніях середнього і малого бізнесу.

Основними параметрами вибору IP-АТС є: вартість рішення, надійність

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

роботи (перевірений бренд), розширюваність (можливість збільшити число абонентів без заміни обладнання), підтримка аналогових і/або цифрових телефонних інтерфейсів FXO/FXS/E1 (для підключення до телефонної мережі загального користування, підключення аналогових телефонів або факсів) і, звичайно, широкі функціональні можливості (підтримка всіх телефонних функцій традиційних офісних АТС, підтримка уніфікованих комунікацій, передачі відеодзвінків і т.п.).



Рисунок 3.4 - IP-АТС AddPac IP-Next500

AddPac IPNext500 - IP АТС IPNext500 (рисунок 3.5) - це бюджетна IP-АТС останнього покоління з унікальним співвідношенням ціна-якість, нове рішення IP-телефонії для невеликого офісу. IPNext50 може працювати спільно з IP-терміналами AddPac (наприклад, з IP-відеофонами AP-VP300, AP-VP250, AP-VP200, AP-VP150, AP-VP120 і IP телефонами AP-IP300, AP-IP150, AP-IP100), забезпечуючи мультимедійні сервіси IP-телефонії, а також функції традиційної голосової АТС. Крім того, IPNext50 підтримує спільну роботу з іншим VoIP обладнанням по протоколам SIP і H.323. Цей пристрій побудовано на основі вбудованого RISC-процесора, що допускає оновлення прошивки, і може бути обладнано додатковими ТМЗК VoIP-інтерфейсами (FXO).

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.5 - Передня панель IP АТС AddPac IPNext50

Комутатори Cisco Catalyst 2950. Комутатори сімейства Catalyst 2950 Long Reach Ethernet (LRE) призначені для використання підприємствами та провайдерами послуг і надають можливість доставки послуг інтелектуальних мереж по існуючим телефонним і традиційним кабельним мережам. Завдяки підтримці з'єднань протяжністю до 1,5 км, комутатор дозволяє розгорнути додатки в масштабі всієї мережі без додаткових витрат на прокладку нових кабелів. Для провайдерів послуг він може стати ефективним і економічним рішенням для надання послуг міських мереж Ethernet з використанням існуючої кабельної інфраструктури з використанням виті пари.

Відеотелефон AddPac AP-VP300. Відеотелефон AP-VP300 (рисунок 3.6) забезпечить своїм власникам нові можливості, чудову якість звуку і зображення при використанні IP відеозв'язку. Володіючи сучасним дизайном, AP-VP300 обладнаний новітніми аудіо/відео кодеками і різними інтерфейсами. Від відеоконференцій і відеотелефонії до потокового відео відеотелефон AP-VP300 стане прекрасним вибором для всіх. Відеотелефон AddPac AP-VP300 пропонує суміщений сервіс голосового та відеозв'язку на основі Інтернет-технології VoIP. Він підтримує трійку VoIP-протоколів SIP, H.323 і відео кодеки H.263, MPEG-4, H.264 поряд з інтерфейсами RCAA/VIn/Out, QoS і можливостями спільного використання зовнішнього IP.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.6 - Зовнішній монитор з AddPac AP-VP300

IP-телефони компанії Cisco. Компанія Cisco випускає великий модельний ряд телефонних апаратів - від базових моделей цифрових IP-телефонів до моделей, призначених для керівних співробітників, а також для абонентів, обслуговуючих великі потоки дзвінків (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 - IP-телефони Cisco

IP-телефони Cisco Systems є стандартними телекомунікаційними пристроями, які представляють нове покоління терміналів, що використовують передачу голосу через IP. IP-телефони Cisco спроектовані з врахуванням зростання системних можливостей. Нові функції будуть додаватися лише шляхом зміни програмного забезпечення в Flash пам'яті.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2 Розробка структурної схеми організації мережі

IP-телефонія здійснюється при використанні радіообладнання BreezeAccess VL, Motorola Canopy, в якому реалізована функція пріоритизації голосового трафіку. IP-телефонія пропонує своїм абонентам високу технологічність і надійність.

Схема підключення пристроїв для реалізації IP-телефонії представлено на ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 С1.

На рисунках 3.8 і 3.9 представлено архітектури систем IP-телефонії міської клінічної лікарні та міської поліклініки.

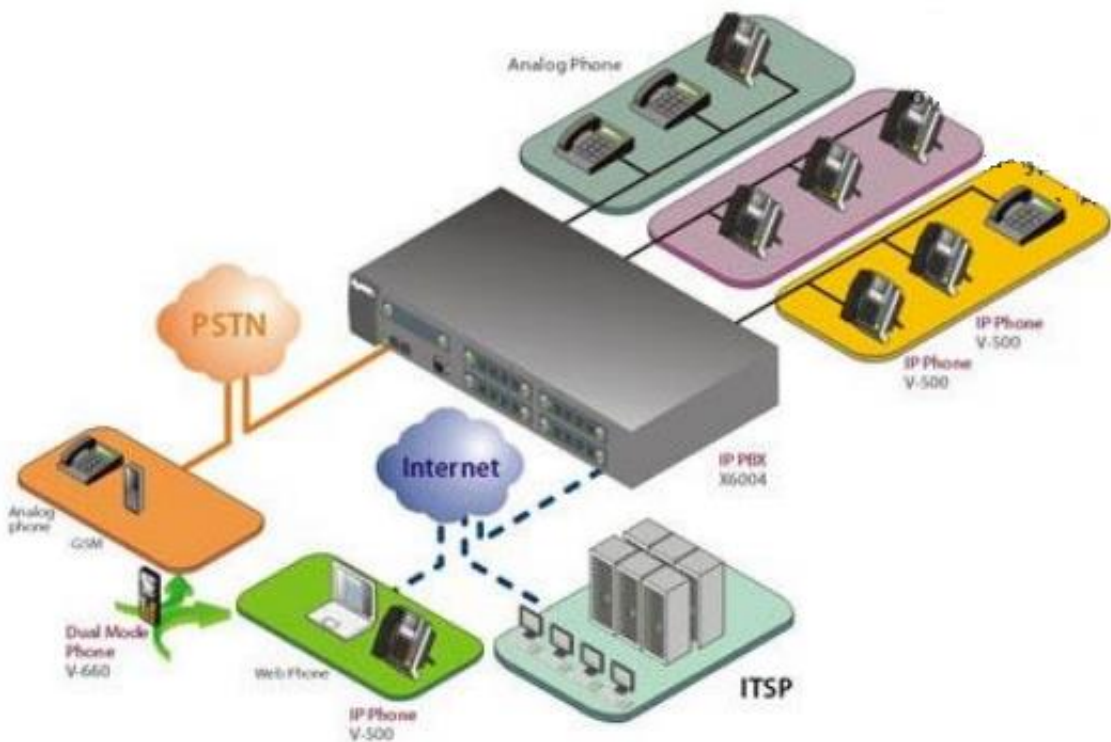


Рисунок 3.2 - Архітектура IP-телефонії в міській клінічній лікарні

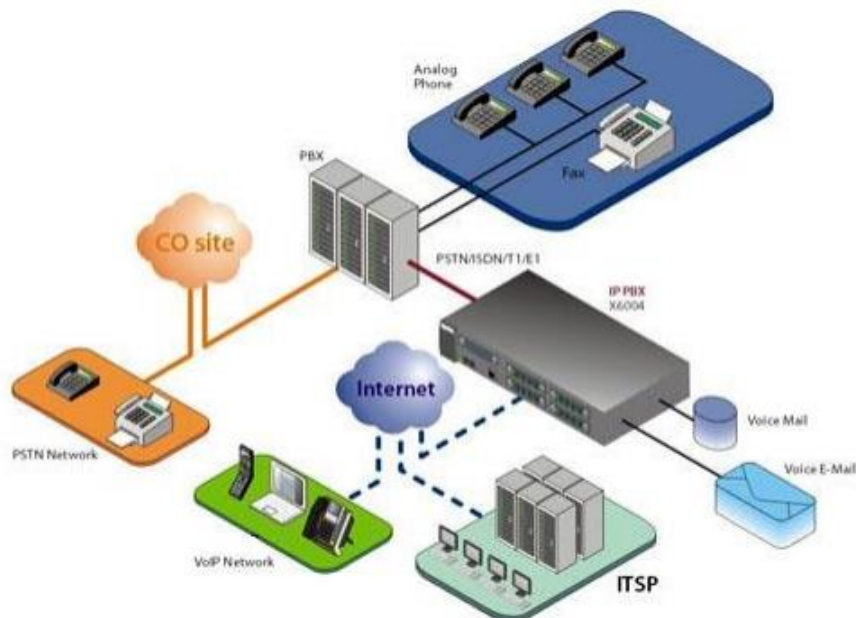


Рисунок 3.9 - Архітектура мережі IP-телефонії в міській поліклініці

Структурна схема мережі IP-телефонії між міською клінічною лікарнею та міською поліклінікою представлено на ДП.КСМ.111863/16.00.00.001 С1.

### 3.3 Опис організації мережі

IP мережа охоплює всі поверхи міської клінічної лікарні. Це дає можливість встановити IP-телефони в будь-якому відділі клініки або використовувати комп'ютери для розмов через локальну обчислювальну мережу по IP-протоколу.

IP телефони підключаються безпосередньо до портів комутуючих пристроїв локальної обчислювальної мережі лікарні.

Вибрані пристрої:

- маршрутизатор Cisco 3845;
- Санопу AP;
- Cisco Call Manager;
- комутатори Cisco Catalyst 2950;
- обладнання системи радіодоступу BreezeACCESS;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- відеотелефон AddPac AP-VP300;
- IP-телефони компанії Cisco;
- AddPac IPNext50 - IP АТС;
- IP-АТС AddPac IP-Next500.

Маршрутизатор Cisco 3845 підключається до локальної мережі інтерфейсами Fast Ethernet і до телефонної мережі інтерфейсами E1. Маршрутизатор Cisco 3845 виконує кілька функцій. Перша – це функція шлюзу між офісної системою IP-телефонії і ТМЗК, тобто маршрутизатор сполучає внутрішню телефонну систему з міською телефонією. При цьому голосовий трафік, що передається всередині мережі у вигляді IP-пакетів, перетворюється в «голосовий» трафік, традиційний для телефонних мереж загального користування. Для цього перетворення використовуються сигнальні процесори - DSP-кодеки.

Друга функція, яку виконують маршрутизатори – функція комунікаційного сервера Cisco Call Manager Express. Комунікаційний сервер - це пристрій, який управляє встановленням з'єднань між IP-телефонами всередині лікарні і з зовнішніми абонентами. Телефонний апарат після включення реєструється на комунікаційному сервері, отримує належний йому номер та інші індивідуальні налаштування. Після цього телефон може здійснювати дзвінок. Встановлення виклику при цьому відбувається через комунікаційний сервер.

Третя функція, виконувана маршрутизатором Cisco 3845 – це функція голосової пошти. Для цього в шасі маршрутизатора встановлюється модуль голосової пошти Cisco Unity Express, що має вбудований жорсткий диск для зберігання вітань і запису голосових повідомлень. У специфікації обладнання передбачена ліцензія на 100 користувачів голосової пошти. До складу маршрутизатора входить десять аналогових телефонних портів типу FXS для підключення факсів та радіотелефонів.

На робочих місцях користувачів встановлюються IP-телефони: Відеотелефон AddPac AP-VP300 і IP-телефони компанії Cisco. Всі IP-телефони підключаються до мережі інтерфейсами Fast Ethernet. При використанні даних

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



моделей IP-телефонів призначені для користувача комп'ютери підключаються не до комутаторів ЛОМ безпосередньо, а до IP-телефонів, які мають для цих цілей додатковий порт Fast Ethernet. Максимальна кількість IP-телефонів для даної конфігурації може становити 240 штук.

### 3.4 Моделювання роботи мережі

Для проектування мережі було вибрано програму NetCracker 4.1 Professional. NetCracker — система являє собою CASE-засобу автоматизованого проектування, моделювання та аналізу комп'ютерних мереж. Дозволяє провести експерименти, результати яких можуть бути використані для обґрунтування вибору типу мережі, середовищ передачі, мережевих компонент устаткування і програмно-математичного забезпечення.

Програмні засоби NetCracker дозволяють виконати збір відповідних даних про існуючої мережі без зупинки її роботи, створити проект цієї мережі і виконати необхідні експерименти для визначення граничних характеристик, можливості розширення, зміни топології і модифікації мережного обладнання з метою подальшого її вдосконалення і розвитку.

Для більш реалістичного огляду ситуації в програмі NetCracker 4.1 Professional було спроектовано 2 будівлі: «City Hospital» та «City Polyclinic», зображено на рисунку 3.10.

Для зв'язку між будівлями та в середині них було використано РВХ — автоматична телефонна станція (АТС) на основі мережевого протоколу IP операторського рівня або для невеликих організацій, як УАТС.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

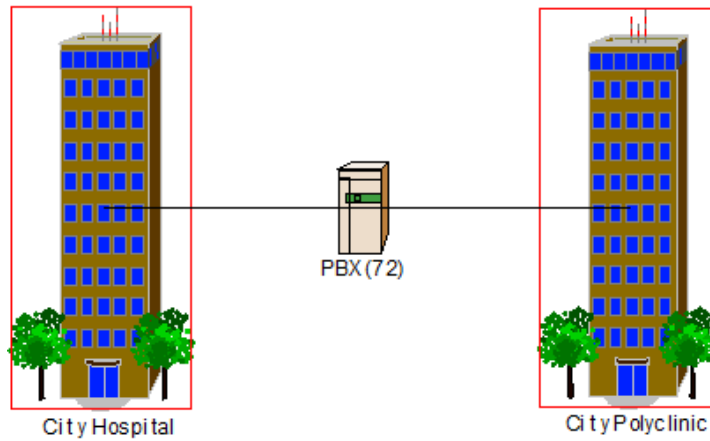


Рисунок 3.10 — Прев'ю «City Hospital» та «City Polyclinic»

Всередині кожної будівлі розміщені такі пристрої:

- 2 сервери (один для збереження даних, інший – для передачі);
- комутатор;
- маршрутизатор;
- РВХ.

Схему підключення цих пристроїв зображено на рисунку 3.11.

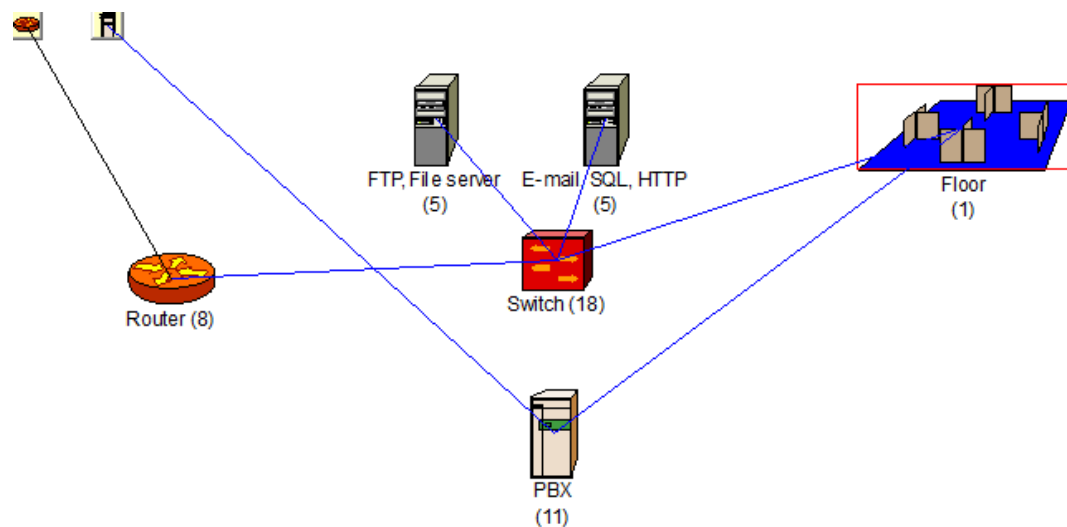


Рисунок 3.11 — Схема підключення мережевих пристроїв в будівлі

На поверсі кожної з будівель розміщено по 4 кабінети: ординаторська, кабінет головного лікаря, операційна та бухгалтерія — для міської лікарні;



Основною метою проектування було перевірити працездатність пристроїв відеоконференції. Для цього в програмі NetCracker Profesional було проведено симуляцію роботи мережі. Результати симуляції зображено на рисунках 3.14 – 3.20.

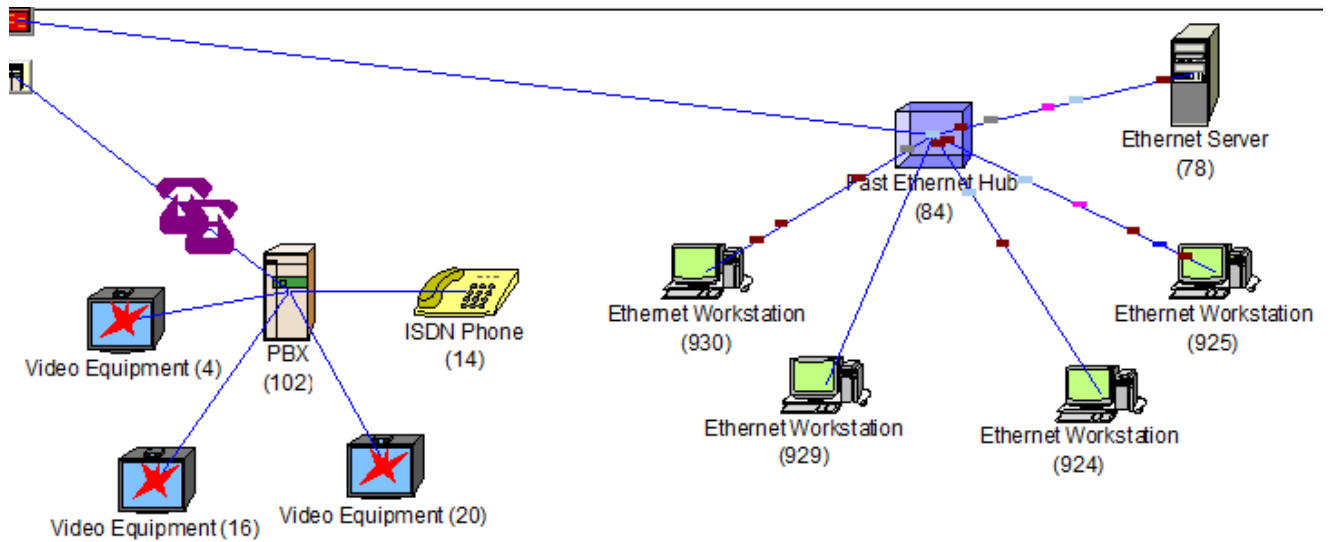


Рисунок 3.14 — Здійснення відеодзвінка між двома будівлями

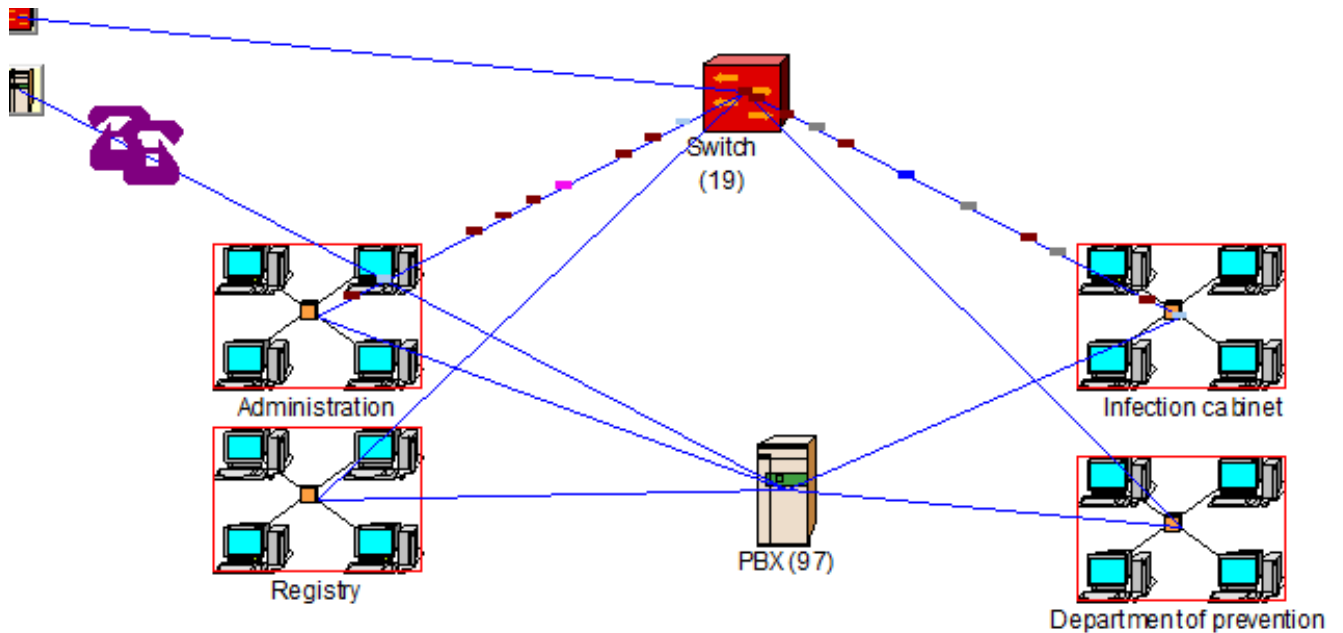


Рисунок 3.15 — Шлях пакетів відеодзвінка з кабінету Адміністрації до РВХ будівлі «City Polyclinic»

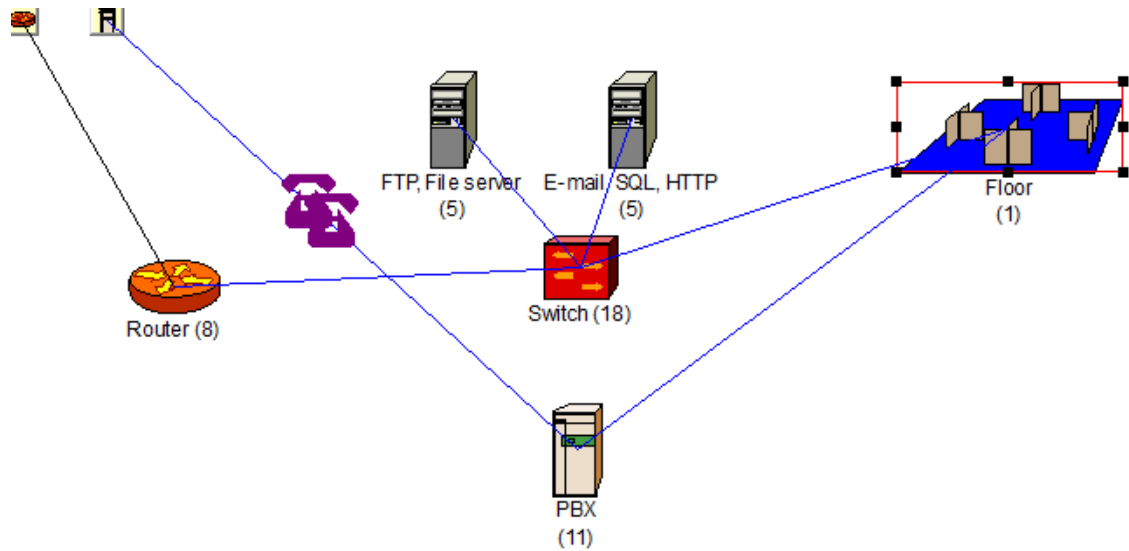


Рисунок 3.16 — Перехід пакетів відеодзвінка з будівлі «City Polyclinic» до PBX

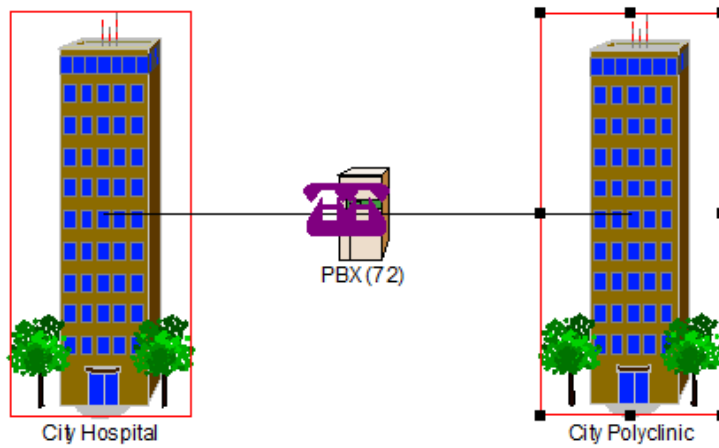


Рисунок 3.8 — Перехід пакетів відеодзвінка з PBX до будівлі «City Hospital»

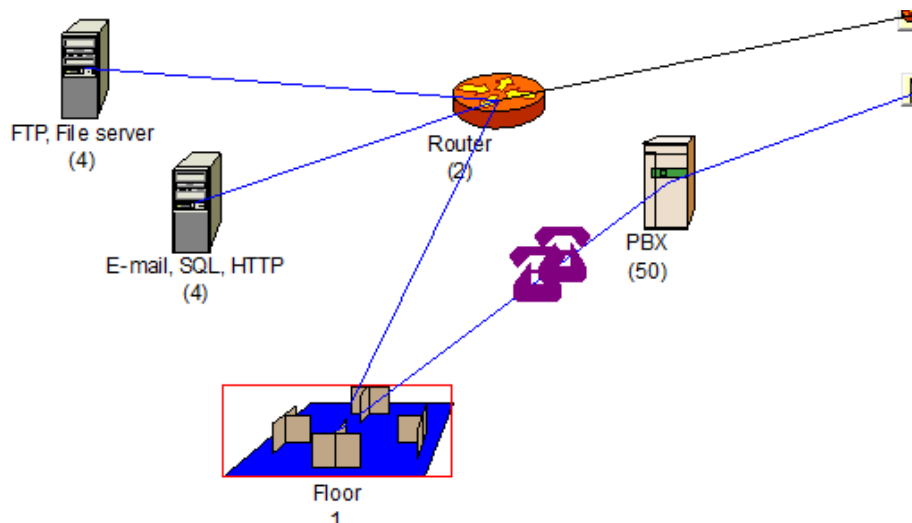


Рисунок 3.9 — Перехід пакетів відеодзвінка з PBX будівлі «City Hospital» до робочих кабінетів

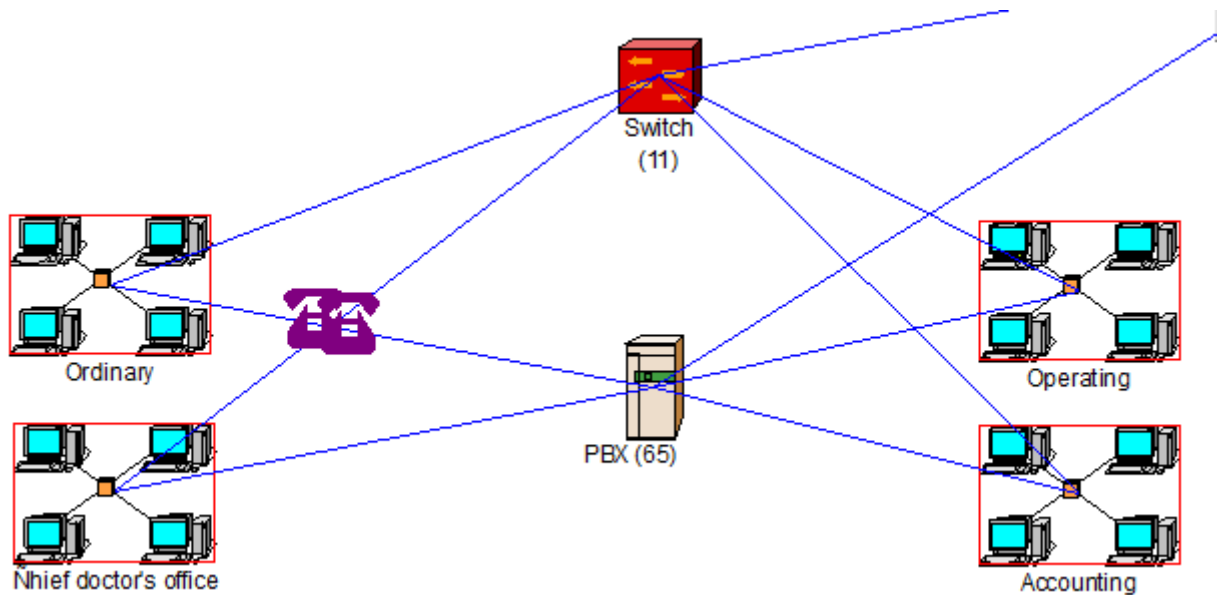


Рисунок 3.10 — Перехід пакетів відеодзвінка до Ординаторської

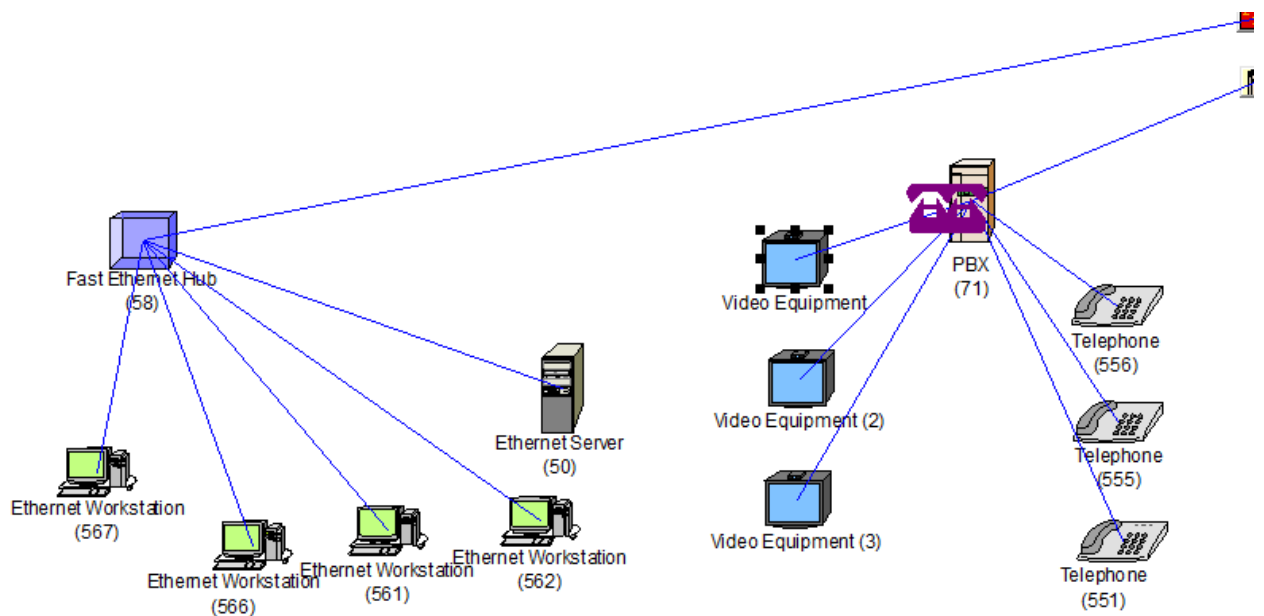


Рисунок 3.11 — Прийом пакетів відео дзвінка в Ординаторській

Провівши моделювання роботи проектованої мережі можна зробити висновки про успішно проведений відеодзвінок між двома будівлями.

## 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою техніко-економічного розділу є здійснення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності розробки проекту мережі для підприємства і прийняття рішення про його подальший розвиток і впровадження або ж недоцільність проведення відповідної розробки.

Для визначення загальної тривалості проведення НДР дані витрат часу з окремих операцій доцільно звести у таблицю 4.1.

### 4.1 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Витрати на оплату праці включають заробітну плату (ЗП) всіх категорій працівників, безпосередньо зайнятих на всіх етапах проектування. Розмір ЗП обчислюється на основі трудоемності відповідних робіт та середньої ЗП відповідних категорій працівників.

У розробці проектного рішення задіяні наступні спеціалісти - розробники, а саме: керівник проекту; студент-дипломник; консультант техніко-економічного розділу (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 - Вихідні дані для розрахунку витрат на оплату праці

Посада виконавців	Місячний оклад (стипендія), грн.
Керівник ДП, викладач	4916,00
Консультант техніко-економічного розділу, доцент	6026,00
Студент	1100,00

Витрати на оплату праці розробників проекту визначаються за формулою:

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$B_{OP} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M n_{ij} \cdot t_{ij} \cdot C_{ij}, \quad (4.1)$$

де  $n_{ij}$  – чисельність розробників  $i$ -ої спеціальності  $j$ -го тарифного розряду, осіб;

$t_{ij}$  – затрачений час на розробку проекту співробітником  $i$ -ої спеціальності  $j$ -го тарифного розряду, год;

$C_{ij}$  – годинна ставка працівника  $i$ -ої спеціальності  $j$ -го тарифного розряду, грн.,

Середньо годинна ставка працівника може бути розрахована за формулою:

$$C_{ij} = \frac{C_{ij}^0(1+h)}{PЧ_i}, \quad (4.2)$$

де  $C_{ij}$  – основна місячна заробітна плата розробника  $i$ -ої спеціальності  $j$ -го тарифного розряду, грн.;

$h$  – коефіцієнт, що визначає розмір додаткової заробітної плати (при умові наявності доплат);

$PЧ_i$  - місячний фонд робочого часу працівника  $i$ -ої спеціальності  $j$ -го тарифного розряду, год. (приймаємо 168 год.).

Коефіцієнт  $h$ , який визначає розмір додаткової заробітної плати, для керівника та консультанта техніко-економічного розділу дорівнює 1,47.

Середня годинна ставка керівника ДП дорівнює:

$$C_{ij} = \frac{4916 \cdot (1+1,47)}{168} = 72,28 \text{ грн/год.}$$

Середня годинна ставка консультанта техніко-економічного розділу ДП дорівнює:

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$C_{ij} = \frac{6026 \cdot (1 + 1,47)}{168} = 88,60 \text{ грн/год.}$$

Середня годинна оплата студента дорівнює:

$$C_{ij} = \frac{1100}{168} = 6,55 \text{ грн/год.}$$

Звідси, загальні витрати на оплату праці ( $B_{ОП}$ ) дорівнюють:

$$B_{ОП} = 16 \cdot 72,28 + 144 \cdot 6,55 + 2 \cdot 88,60 = 2276,88 \text{ грн.}$$

Дані для розрахунку витрат на оплату праці наведено в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 - Середній час виконання НДР та стадії (операції) технологічного процесу

Назва операції (стадії)	Середній час виконання операції, год.	Погодинна заробітна плата, грн/год.	Витрати на розробку, грн
Керівник ДП, викладач	16	72,28	1156,48
Консультант ТЕР, доцент	2	88,60	177,20
Розробка проекту мережі, студент	144	6,55	943,20
Разом			2276,88

Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи. Величну відрахувань у спеціальні державні фонди визначають у відсотковому співвідношенні від суми основної та додаткової заробітних плат. Згідно діючого нормативного законодавства сума відрахувань у спеціальні державні фонди складає 20,5% від суми заробітної плати:

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{\Phi} = 0,205 \cdot B_{\text{ОП}},$$

$$B_{\Phi} = \frac{20,5}{100} \cdot 2276,88 = 466,76 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат на матеріальні ресурси ( $B_M$ ) визначається за формулою:

$$B_M = \sum_{i=1}^n K_i \cdot C_i, \quad (4.3)$$

де  $K_i$  - витрата  $i$ -го типу матеріалу, натуральні одиниці вимірювання;

$C_i$  - ціна за одиницю  $i$ -го типу матеріалу, грн.;

$i$  - тип матеріального ресурсу;

$n$  - кількість типів матеріальних ресурсів

Звідси, витрати на матеріальні ресурси дорівнюватимуть:

$$B_M = 58095,00 + 137585,00 + 19100,00 = 214780,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 - Зведені розрахунки матеріальних витрат

Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Факт. витрачено матеріалів	Ціна за одиницю, грн.	Загальна сума, грн.
1	2	3	4	5
Cisco Catalyst 2950G-12-EI	шт.	3	19365,00	58095,00
Cisco 7202	шт.	1	137585,00	137585,00
DES-3526DC	шт.	5	3820,00	19100,00
Разом		9		214780,00

Загальна сума витрат на електроенергію розраховується за формулою:

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

$$B_E = \sum_{i=1}^n P_i \cdot k_i \cdot T_i \cdot C, \quad (4.4)$$

де  $P_i$  - паспортна потужність  $i$ -го електрообладнання, кВт;

$k_i$  - коефіцієнт використання потужності  $i$ -го електрообладнання (приймається 0.7 , 0.9);

$T_i$  - час роботи  $i$ -го обладнання за весь період розробки, год;

$C$  - ціна електроенергії, грн / кВт·год;

$i$  - тип електрообладнання;

$n$  - кількість електрообладнання.

Для розробки проекту даної комп'ютерної мережі використовується один ПК потужністю  $P = 0,22$  кВт з монітором потужністю  $P = 0,013$  кВт, який за весь період розробки працює 21 годину, та друкуючий пристрій потужністю  $P=0,37$  кВт, який працює 2 години.

$$B_E = 0,9 \cdot (0,22 + 0,013) \cdot 21 \cdot 0,9 + 0,9 \cdot 0,37 \cdot 2 \cdot 0,9 = 5,16 \text{ грн.}$$

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення.

Для визначення амортизаційних відрахувань застосуємо метод прямолінійного списання. Загальна сума амортизаційних відрахувань ( $B_{AM}$ ) визначається за формулою:

$$B_{AM} = \sum_{i=1}^n \frac{B_i \cdot H_i}{100}, \quad (4.5)$$

де  $B_i$  - вартість  $i$ -го обладнання на початок звітного періоду, грн.;

$H_i$  - річна норма амортизації  $i$ -го обладнання, %;

$i$  - тип обладнання;

$n$  - кількість обладнання.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для проектування даної комп'ютерної мережі використовуються один ноутбук вартістю 9500 грн., та принтер вартістю 3850 грн.

Тоді:

$$B_{AM} = \frac{9500 \cdot 10}{100} + \frac{3850 \cdot 20}{100} = 1720,00 \text{ грн.}$$

Транспортні витрати слід прогнозувати у розмірі 8–12 % від загальної суми матеріальних витрат.

$$B_T = 0.08 \cdot B_M, \quad (4.6)$$

де  $B_T$  – транспортні витрати.

$$B_T = 0,08 \cdot 214780 = 17182,40 \text{ грн.}$$

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 60–100 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_B = 0,7 \cdot B_{ОП}, \quad (4.7)$$

де  $H_B$  – накладні витрати.

$$H_B = 0,7 \cdot 2276,88 = 1593,82 \text{ грн.}$$

Загальні витрати ( $B_{КС}$ ) розраховуємо за формулою:

$$B_{КС} = B_{ОП} + B_{\Phi} + B_M + B_E + B_{AM} + B_T + H_B \quad (4.8)$$

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати проведених розрахунків зведемо у таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 - Кошторис витрат

Зміст витрат	Сума, грн.
Витрати на оплату праці (осн. і дод. ЗП)	2276,88
Відрахування на соціальні заходи	466,76
Матеріальні витрати	214780,00
Витрати на електроенергію	5,16
Амортизаційні відрахування	1720,00
Транспортні витрати	17182,40
Накладні витрати	1593,82
РАЗОМ по кошторису	238025,02

#### 4.2 Розрахунок ціни проекту

Договірна ціна ( $C_D$ ) для проектних рішень розраховується за формулою:

$$C_D = B_{КС} \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right), \quad (4.9)$$

де  $B_{КС}$  – кошторисна вартість, грн.;

$p$  - середній рівень рентабельності, % (приймаємо 27% за погодженням з керівником).

$$C_D = 238025,02 \cdot (1 + 0,27) = 302291,78 \text{ грн.}$$

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

#### 4.3 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Економічна ефективність ( $E_p$ ) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = \frac{\Pi}{B_{КС}}, \quad (4.10)$$

де  $\Pi$  – прибуток, грн.;

$B_{КС}$  – кошторисна вартість, грн.

$$E_p = 64266,76 \text{ грн.} / 238025,02 \text{ грн.} = 0,27.$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень ( $T_p$ ):

$$T_p = \frac{1}{E_p}. \quad (4.11)$$

Тобто:

$$T_p = 1/0,27 = 3,7 \text{ р.}$$

Прийнятним вважається термін окупності близький до 7 років.

Розраховані економічні показники проекту занесемо до таблиці 4.5.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.5 - Економічні показники розробки

Показник	Значення
Собівартість, грн.	238025,02
Плановий прибуток, грн.	64291,78
Ціна, грн.	302291,78
Економічна ефективність	0,27
Термін окупності, рік	3,7

Враховуючи основні економічні показники з таблиці 4.5, можна зробити висновок, що при економічній ефективності 0,27 та терміні окупності – 3,7 роки проводити роботи по впровадженню даної мережі є доцільним та економічно вигідним. Як можна побачити із розрахунків, основними є матеріальні витрати. Тому, з метою зниження вартості мережі, варто було б здійснювати закупівлю обладнання у офіційних дилерів вказаних марок обладнання.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

## ВИСНОВКИ

При виконанні дипломного проектування була проведена наступна робота:

1. Проаналізовано ринок IP телефонії. Обрані пристрої необхідні для організації IP телефонії.

2. Вивчено варіанти підключення та настройки АТС з маршрутизатором Cisco 3845.

3. Розроблено структурну схему організації IP телефонії.

4. При вивченні проекту були виділені основні характеристики економічного обґрунтування впровадження даного проекту. У більш тривалій перспективі серйозними факторами скорочення витрат стають консолідація управління всіма сполуками для виходу в глобальні мережі, комутація всіх телефонних розмов через єдиний голосовий шлюз, швидка окупність капітальних витрат.

5. Скорочення витрат на адміністрування. Тепер замість двох мереж даних використовується тільки одна, відповідно скорочується кількість персоналу, що займається обслуговуванням ІТ - інфраструктури.

6. Об'єднання голосового зв'язку з програмними додатками для ПК. Це знизить витрати на впровадження і одночасно забезпечить нові важливі функціональні можливості, що виникли за рахунок інтеграції.

Всі ці фактори, без сумніву, сприятливо позначаться на роботі міської клінічної лікарні №4 та міської поліклініки №12. Підвищиться якість надаваних медичних послуг за рахунок швидкого реагування на ситуацію і рішення гострих питань з лікарями-клініцистами.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гольштейн Б.С.. Учебник для вузов: «Системы коммутации» / Б.С. Гольштейн // С-Пб.:БХВ-Санкт-Петербург, 2003.-318 с.:ил.
2. Руководство по Cisco IOS [Текст]. - СПб.: Питер, М.: Издательство «Русская Редакция», 2008. -784 с
3. Официальный сайт производителя оборудования Cisco Systems [Электронный ресурс] / Режим доступа – <http://www.cisco.com>.
4. Хьюкаби, Д. Руководство по конфигурированию коммутаторов Catalyst.: Пер. с англ. [Текст]/ Д. Хьюкаби, С. Мак-Квери– М.: Издательский дом «Вильямс» – 2004. – 560 с.
5. Основы организации сетей Cisco, том 1 [Текст].: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. - 512 с.
6. Портнов, Э.Л. Оптические кабели связи [Текст] / Э.Л. Портнов– М. «Информсвязь», 2000 – 112 с.
7. Программа сетевой академии Cisco CCNA 3 и 4. Вспомогательное руководство, 3-е изд., с испр. [Текст]: Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2007. – 994.
8. Величко В.В. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3-х томах. Том 3. – Мультисервисные сети [Текст] / В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев; под ред. профессора В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 с.
9. Росляков А.В. IP-телефония / А.В. Росляков, М.Ю. Самсонов, И.В. Шибяева– М.: Эко-Трендз, 2003. – 252 с.
10. Гольштейн Б.С. IP-телефония / Б.С. Гольштейн, А.В. Пинчук, А. Л. Суховицкий // М.: Радио связь, 2001.- 366с.:ил.
11. Гольштейн Б.С. Справочник по телекоммуникационным протоколам: «Протокол SIP» / Б.С. Гольштейн, А. А. Зарубин, В. В. Саморезов // С-Пб.:БХВ-Санкт-Петербург, 2005.-456с.:ил.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

12. Принципы маршрутизации в Internet, 2-е издание [Текст]: Пер. с англ. М.: Издательский дом "Вильямс", 2001. - 448 с.: ил.
13. Руководство по Cisco IOS [Текст]. - СПб.: Питер, М.: Издательство «Русская Редакция», 2008. -784 с
14. Официальный сайт производителя оборудования Cisco Systems [Электронный ресурс] / Режим доступа – <http://www.cisco.com>.
15. Хьюкаби, Д. Руководство по конфигурированию коммутаторов Catalyst.: Пер. с англ. [Текст]/ Д. Хьюкаби, С. Мак-Квери– М.: Издательский дом «Вильямс» – 2004. – 560 с.
16. Транспортные сети и системы электросвязи. Системы мультиплексирования: Учебник для студентов ВУЗов по специальности «Телекоммуникации» [Текст] / Под ред. В.К. Стеклова. – К.; 2003 – 352 с.
17. Дональд, Дж. Стерлинг. Техническое руководство по волоконной оптике [Текст] / Дональд Дж. Стерлинг., пер. Московченко А. – Издательство «ЛОРИ» – 1998.
18. Основы организации сетей Cisco, том 1 [Текст].: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. - 512 с.
19. Портнов, Э.Л. Оптические кабели связи [Текст] / Э.Л. Портнов– М. «Информсвязь», 2000 – 112 с.
20. Программа сетевой академии Cisco CCNA 3 и 4. Вспомогательное руководство, 3-е изд., с испр. [Текст]: Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2007. – 994.
21. Слепов Н.Н. Оптиволоконные системы дальней связи. Перспективы развития [Текст] // Н.Н. Слепов. - Электроника: НТБ – 2005. – Вып.6.
22. Величко В.В. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3-х томах. Том 3. – Мультисервисные сети [Текст] / В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев; под ред. профессора В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 с.
23. Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту з освітньо-кваліфікаційного рівня “Бакалавр” напряму підготовки 6.050102

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

«Комп'ютерна інженерія» фахового спрямування «Комп'ютерні системи та мережі» / О.М. Березький, Л.О.Дубчак, Р.Б. Трембач, Г.М. Мельник, Ю.М. Батько, С.В. Івасьєв / Під ред. О.М. Березького. -Тернопіль: ТНЕУ, 2016. – 60 с.

24. Методичні вказівки до написання техніко-економічного розділу дипломних проектів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки 6.050102 комп'ютерна інженерія/ І.Р. Паздрій – Тернопіль: ТНЕУ, 2014. – 37 с.

					ДП.КСМ.111863/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71