

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Б.Ю. Жураковський, І.О. Зенів

СТРУКТУРНО- ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СКЛАДНИХ ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМ НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів, які навчаються
за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення»
спеціалізацією «Інженерія програмного забезпечення інформаційно управляючих
систем»*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2020

Рецензенти *ОТРОХ С.І.*, д.т.н., доцент, професор кафедри автоматизації проектування енергетичних процесів та систем «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»
ПОЛТОРАК В.П., д.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики і управління в технічних системах «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Відповідальний
редактор *Ткач М.М.*, канд. техн. наук, доц.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 10 від 18.06.2020 р.)
за поданням Вченої ради інституту/факультету (протокол № 10 від 18.05.2020 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

Жураковський Богдан Юрійович, доктор техн. наук, проф.
Зенів Ірина Онуфріївна, кандидат техн. наук, доц.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СКЛАДНИХ ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМ НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СКЛАДНИХ ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМ: НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», спеціалізації «Інженерія програмного забезпечення інформаційно управляючих систем»/ Б.Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 50 с.

Посібник призначений для опанування теоретичних та практичних навичок, які необхідні майбутнім фахівцям для закріплення знань з дисципліни «Структурно-функціональний аналіз складних ієрархічних систем» та виконання курсової роботи для визначення знань. Обсяг та перелік тем запропонованого посібника повністю покриває потреби 121 спеціальності. Вказано вимоги до структурних елементів курсової роботи, вимоги до оформлення, рекомендації щодо виконання роботи. Вказані критерії оцінювання курсової роботи. Посібник призначений для студентів спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення» всіх форм навчання.

© Б. Ю. Жураковський, І. О. Зенів 2020
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ВИМОГИ ДО СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	Error! Bookmark not defined.
1.1. Курсова атестаційна робота, її мета і структура	Error! Bookmark not defined.
1.2. Титульний аркуш.....	7
1.3.Завдання на курсову атестаційну роботу.....	Error! Bookmark not defined.
1.4. Зміст	7
1.5. Перелік умовних позначень.....	8
1.6. Текстова частина.....	8
1.7. Перелік посилань.....	9
1.8. Додатки.....	10
2. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	12
2.1. Загальні вимоги до оформлення текстової частини.....	12
2.2. Вимоги до оформлення графічної частини.....	15
3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	17
3.1 Загальні настанови.....	17
3.2. Загальне завдання на виконання курсового проекту.....	18
3.3. Уточнення завдання на проектування.....	21
3.4. Інформаційно-потоківий розрахунок мережі.....	21
3.5. Проектування вузлів мережі.....	24
3.6. Проектування міжвузлових зв'язків.....	27
3.7. Оцінка кількості обладнання та капітальних витрат.....	28

3.8. Оцінка кількості персоналу та експлуатаційних витрат.....	30
3.9. Узагальнення та аналіз результатів проектування.....	31
3.10. Рекомендована література.....	32
 4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РОБОТИ.....	 36
 5. ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	 38
 6. ЗРАЗКИ ОФОРМЛЕННЯ.....	 39
Додаток А.....	39
Додаток Б.....	40
Додаток В.....	41
Додаток Г.....	42
Додаток Д.....	43
Додаток Ж.....	45
Додаток К.....	47
Додаток Л.....	48

ВСТУП

Методичні рекомендації розроблені на базі Закону України «Про вищу освіту» [1], ДСТУ 300895 [2] та інших стандартів [3, 4]. Метою цих методичних рекомендацій є розробка обов'язкових вимог до змісту, структури, оформлення та захисту курсової атестаційної роботи.

Атестаційна робота – це комплексна кваліфікаційна самостійна робота, що виконує студент на завершальному етапі навчання даної дисципліни в Університеті з використанням набутих теоретичних знань, умінь і навичок і з метою вирішення конкретного практичного або теоретичного завдання.

Атестаційна робота повинна містити:

- визначені предмет та об'єкт дослідження; встановлена мета дослідження та завдання із виконання наукових досліджень, які забезпечують досягнення визначених цілей;
- короткий науково-аналітичний огляд інформаційних джерел, нормативно-правового матеріалу про виникнення і сучасний стан досліджуваної проблеми;
- критичний аналіз монографічних і періодичних наукових видань із теми дослідження;
- подання ключової інформації у зручній для сприйняття формі (таблиці, діаграми, ілюстрації тощо);
- самостійні дослідження, розрахунки, виконані із залученням сучасних інформаційних технологій, висновки, практичні рекомендації і пропозиції щодо вдосконалення діяльності організацій, установ, підприємств чи державних органів.

Атестаційна робота виконується на завершальному етапі навчання дисципліни і захищається студентом тільки при наявності друкованої роботи та відповідності з його варіантом.

1. ВИМОГИ ДО СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

1.1. Курсова атестаційна робота, її мета і структура

Атестаційна робота є заключним етапом навчання студентів у ВНЗ і має своєю метою:

- систематизацію, закріплення і розширення теоретичних і практичних знань за фахом та використання їх під час розв'язання конкретних наукових, технічних і виробничих задач;
- розвинення навиків проведення самостійної роботи і оволодіння методикою дослідження і експериментування під час розв'язання проблем і питань, які розроблюються в атестаційній роботі;
- з'ясування підготовленості студентів до самостійної роботи за отриманою кваліфікацією.

Атестаційна робота повинна бути написана державною мовою. Дозволяється деякі технічні терміни виконувати іноземною мовою.

Атестаційна робота складається з таких структурних елементів (наведено послідовність розміщення матеріалу в роботі):

- титульний аркуш (додаток А);
- завдання на атестаційну роботу (додаток Б);
- зміст (додаток В);
- перелік умовних позначень (при необхідності) (додаток Г);
- вступ (додаток Д);
- основна частина (розділи роботи) (додаток Ж);
- висновки;
- перелік посилань;
- додатки (при необхідності).

Загальний обсяг курсової роботи (вступ-висновки) **25 – 30 сторінок.**

1.2. Титульний аркуш

Титульний аркуш оформлюється виключно згідно наведеного зразка в даному методичному матеріалі у додатку. У разі невідповідності робота до захисту не приймається.

Зразок оформлення - дивитись «Додаток А».

1.3. Завдання на курсову атестаційну роботу

Завдання на атестаційну роботу видається керівником. Варіант завдання має відповідати номеру у списку журналу студентів групи.

Завдання містить усі дані, які необхідні для виконання атестаційної роботи. У завданні надається перелік обов'язкових демонстраційних рисунків. Форма завдання на курсову атестаційну роботу наведена в «Додатку Б».

1.4. Зміст

Зміст курсової атестаційної роботи повинен послідовно містити назви всіх структурних елементів роботи (окрім титульного аркуша, завдання, та самого змісту) і посилання на номери сторінок, на яких починається даний структурний елемент. Зміст розташовується безпосередньо після завдання, починаючи з нової сторінки. На початку по центру розміщується текст **ЗМІСТ**.

Візуально зміст роботи повинен відображати ієрархію структурних елементів роботи (перелік умовних позначень, вступ, розділи та

підрозділи, висновки, перелік посилань, додатки). Номери сторінок показують початок зазначеного матеріалу.

Приклад складання наведено в «Додатку В».

1.5. Перелік умовних позначень

Перелік умовних позначень є бажаним але необов'язковим елементом роботи. Він складається у випадку, коли робота містить маловідомі скорочення, аббревіатури, символи, специфічні терміни.

Перелік друкується двома колонками, в яких ліворуч за абеткою наводять позначення чи терміни, праворуч - їх детальне розшифрування (тлумачення). Якщо в роботі певний термін, скорочення чи позначення повторюється менше трьох разів, його у перелік не включають, а його розшифрування наводять у тексті при першому згадуванні.

Приклад складання наведено в «Додатку Г».

1.6. Текстова частина

Текстова частина починається зі ***вступу***. У вступі, який починають з окремої сторінки на початку по центру розміщується текст **ВСТУП** (Додаток Д), коротко викладають: оцінку сучасного стану проблеми, її значущість, підстави і вихідні дані для розроблення теми, обґрунтування необхідності проведення дослідження, відмічають практично вирішені задачі, світові тенденції розв'язання поставлених задач, мету роботи з техніко-економічним обґрунтуванням та її взаємозв'язок з іншими роботами.

Загальний обсяг вступу повинен становити ***1–1,5 сторінки***.

Основна частина. Основна частина (Додаток Ж) роботи складається з ***декількох*** послідовних розділів. Розділи можуть відповідати кількості завдань.

Загалом, розділи повинні послідовного вирішувати такі задачі:

- розкриття сутності досліджуваного явища та його особливостей серед інших подібних явищ, при потребі - аналіз історії розвитку явища, його нормативно-правової бази;
- аналіз наукових та практичних підходів до аналізу обраного об'єкту дослідження;
- аналіз існуючої термінології у сфері дослідження, створення понятійно-категоріального апарату, на який автор спиратиметься у подальшій роботі;
- виявлення тих методів та інструментів, які можуть бути використані при дослідженні предмету роботи, визначення та обґрунтування інструментарію, що буде безпосередньо застосований у роботі. Обсяг першого розділу — у межах 30–35 % від загального обсягу атестаційної роботи.

Виконання кожної з перерахованих задач повинно здійснюватися з використанням відповідних аналітичних методів (системного аналізу, опитувальних методів, контент-аналізу тощо). Результати використання аналітичних методів дослідження повинно ілюструватись відповідними таблицями, графіками, діаграмами.

Останній розділ призначений для опису процесу імітаційних чи натурних моделювань або розрахунково-економічних розрахунків, які з практичної точки зору, більш наглядно, розкривають відповідність техніко-економічним рекомендаціям та пропозиціям сучасності.

На початку наступної сторінки по центру розміщується текст **ВИСНОВКИ**. Висновки та пропозиції є стислим викладенням підсумків роботи. У першому пункті висновків коротко оцінюють стан питання. Далі у висновках розкривають способи та результати розв'язання кожного із поставлених у вступі завдань. Початок висновків доцільно починати із фрази «Проаналізувавши (дослідивши і т.п.)».

Обсяг висновків і пропозицій не повинен перевищувати 1 *сторінки*.

1.7. Перелік посилань

Перелік посилань розміщується, починаючи з нової сторінки, і містить у собі тільки ті книги, підручники, навчальні посібники тощо, що були використані під час виконання роботи та на які є посилання. Забороняється включати до переліку джерела, які не були реально використані у роботі.

Посилання в тексті подаються у квадратних дужках, в яких проставляється номер, під яким джерело значиться в переліку посилань. Написання літератури в переліку посилань виконуються на мові оригіналу за бібліографічними правилами. Приклади оформлення переліку посилань наведено у «Додатку Г». Загальна кількість джерел повинна становити до *15 позицій*. Нумерація посилань наскрізна.

1.8. Додатки

Додатки є обов'язковим елементом атестаційної роботи. Обсяг додатків не обмежується.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь, наприклад, «Додаток Б». Кожний додаток розміщується з нової сторінки.

У додатках розміщують матеріал, який є необхідним для повноти роботи, але через великий обсяг чи способи подання не може бути розміщений в основній частині. Додатки можуть вміщати в себе 2 типи інформаційних матеріалів:

- рисунки чи таблиці, які містять результати проведених досліджень, розмір яких не дозволяє включити їх в основний текст роботи.

- текстові або графічні інформаційні матеріали, таблиці, які доповнюють зміст роботи. Це можуть бути тексти документів (нормативно-правових актів, угод і т.п.), фотографії, карти, проміжні математичні докази та розрахунки, ілюстрації, методики та опис комп'ютерних програм, опис нової апаратури та приладів, що використовувались під час проведення експериментів, протоколи випробувань тощо. При цьому не потрібно включати у додатки матеріали, які не мають прямого відношення до теми атестаційної роботи. Таблиці та рисунки додатків нумеруються послідовно у кожному додатку окремо при ньому першою є літера позначення додатку, наприклад: Таблиця 1 - друга таблиця «Додатку Б».

Обсяг додатків не обмежується, але повинен визначатись реальними потребами роботи.

Якщо розміщений у додатках матеріал не є авторським, обов'язково потрібно вказувати посилання на джерело.

2. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

2.1. Загальні вимоги до оформлення текстової частини

Сторінки текстової частини нумеруються арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації впродовж усього тексту. Номер сторінки проставляється у правому верхньому куті аркуша. Титульний аркуш включається до загальної нумерації сторінок, але номер на ньому не проставляється. Проставляння нумерації сторінок починається з структурної частини роботи – «ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ», а при відсутності з «ВСТУП».

Текстова частина виконується на одному боці аркушів білого паперу формату А4 (297x210 мм). Текст виконується на комп'ютері у редакторі *Word* з використанням шрифту *Times New Roman* розміром 14 пунктів, міжрядковий інтервал - 1,5 (полуторний), абзац – 1,25 см. З боків аркуша залишають поля: ліве - 25 мм, верхнє та нижнє - 20 мм, праве 10 мм.

Відступ від назви структурного підрозділу до тексту, або підрозділу - один рядок. Відступ від підрозділу до тексту - один рядок.

Текст основної частини, в якій викладається суть проектування чи дослідження, розділяється на розділи у відповідності до завдання. Розділи повинні мати порядкові номери арабськими цифрами (1, 2, і т.д. без слова «Розділ») та назви (заголовки). Заголовки розділів слід розміщувати посередині рядка і писати (друкувати) великими літерами з **крапкою** після номера, виділити жирним шрифтом.

Розділи роботи можуть бути поділені на 2 - *n* підрозділи. Вони нумеруються за розділами (наприклад, 2.1, 2.2 і т.д.). Написання назви підрозділів необхідно починати з абзацного відступу і писати жирними

(друкувати) малими літерами крім першої великої, не підкреслюючи, з **крапкою після номера та не в кінці**.

Текст має бути чітким і не допускати різних тлумачень. При цьому використовуються терміни, позначення та визначення, рекомендовані в ДСТУ, навчальній та спеціальній літературі.

Відстань між заголовком (розділу чи підрозділу) і подальшим чи попереднім текстом має бути не менш, **ніж один рядок тексту**. Не допускається розміщувати назву розділу чи підрозділу в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено не більше одного рядка тексту.

Абзацний відступ повинен бути однаковим впродовж всього тексту і дорівнювати п'яти знакам.

Формули та рівняння набираються в редакторі MS Equation та розміщують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині рядка з відступом зверху і знизу не менш одного рядка. Номер формули ставиться на її рівні в круглих дужках у крайньому правому положенні на рядку і складається з номера розділу та порядкового номера формули, відокремлених крапкою, наприклад (3.2) - друга формула третього розділу.

Пояснення значень символів та числових коефіцієнтів, що входять до формули, слід наводити безпосередньо під формулою, з абзацним відступом у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі.

До використаних формул повинні бути надані посилання на джерела, а до використаних числових значень – пояснення щодо їх походження. Результати розрахунків супроводжуються зазначенням відповідних одиниць виміру. Порядок обчислювань: основна формула - підстановка числових даних без їх будь-якого перетворювання в послідовності позначень у формулі – остаточний результат з позначенням розмірності. Фрагмент тексту роботи з прикладом написання заголовків розділів та підрозділів, формул та розрахунків за ними наведено у «Додатку Ж».

Цифровий матеріал обумовлюється, як правило, у вигляді *таблиці*, яка розташовується після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. Таблиці зазвичай використовуються для представлення масиву числових та інших однотипних даних. Горизонтальні вертикальні лінії, які розмежовують рядки таблиці, а також лінії зліва, справа та знизу, що обмежують таблицю, можна не проводити, якщо їх відсутність не ускладнює користування таблицею. Діагональне ділення головки таблиці не дозволяється.

Слово «Таблиця» розташовується безпосередньо над таблицею. Таблиці обов'язково нумерують та надають назву (наприклад «Таблиця 2.1. Відстані d_m між найближчими варіантами сигналу в m -позиційних системах з ФМ» - перша таблиця другого розділу). Номер та назва розміщуються зверху (над таблицею). Приклад оформлення таблиці наведено в «Додатку Ж». Після назви з нового рядка розміщується сама таблиця, яка не може відриватись від назви та номеру (розміщуватись на іншій сторінці).

У разі, якщо таблиця не поміщається на одну сторінку таблиці повинна повторюватись на наступній сторінці, попередньо вказуючи «Продовження таблиці 2.1. та її назва». Не допускається, щоб «шапка» таблиці «відривалась» від самої таблиці (тобто «шапка» була на одній сторінці, інша частина таблиці — на іншій). Комірки таблиці повинні цілком поміщатись на сторінці.

Вимоги щодо оформлення тексту у таблицях:

- абзацний відступ відсутній;
- текст заголовків та підзаголовків - напівжирний;
- заголовки повинні починатись з великих літер, підзаголовки - з маленьких, якщо вони складають одне речення із заголовком, і з великих, якщо вони є самостійними. Крапки в кінці не ставляться;
- вертикальне вирівнювання комірок заголовків - по центру;

- вертикальне вирівнювання всіх інших комірок - вгору;
- горизонтальне вирівнювання комірок «шапки» таблиці - по центру;
- горизонтальне вирівнювання комірок «боковику» таблиці - вліво;
- для оформлення великих таблиць у додатках дозволяється зменшувати розмір шрифту (але він не повинен бути меншим від 10 пунктів) та робити одинарний міжрядковий інтервал;
- при одночасному використанні «шапки» та «боковика» верхня ліва комірка, якщо в ній розміщені підписи «шапки» та «боковика», повинна ділитись по діагоналі від верхнього лівого кута до правого нижнього суцільною чорною лінією, причому текст у правому трикутнику повинен вирівнюватись право вгору, у лівому - вліво вниз. Всі комірки таблиці повинні мати границі у вигляді чорної суцільної лінії товщиною 0,5 пунктів.

Ширина таблиці не повинна бути меншою 50 % та більшою 100 % ширини робочого поля аркуша. Горизонтальне вирівнювання всієї таблиці — по центру.

2.2. Вимоги до оформлення графічної частини

Графічну частину атестаційної роботи складають ілюстрації. До ілюстрацій відносяться схеми, графіки, діаграми, епюри, графічне зображення алгоритмів, фотознімки тощо. Кількість ілюстрацій, не обмежується.

Ілюстрації виконують на аркушах такого ж паперу, що і текст. Ілюстрації не мають рамки і кутового штампу.

Ілюстрацію розміщують безпосередньо після тексту, де вона згадується вперше, або на наступній сторінці.

У текст роботи можуть включатись рисунки, які ілюструють окремі її положення або унаочнюють певні дані (наприклад, це можуть бути

діаграми, графіки, схеми тощо). Ілюстрації слід розмішувати так, щоб їх можна було розглядати без повороту аркуша з текстом. Якщо таке розміщення неможливе, ілюстрації розміщують так, щоб для їх розгляду треба було б повернути аркуш за годинниковою стрілкою на 90°.

Усі ілюстрації називаються рисунками, їх обов'язково нумерують за розділами та надають назву (наприклад: рисунок 1.1. Структурна схема системи передачі). Підпис не може відриватись від самого рисунку (розміщуватись на іншій сторінці). Номер та назва розміщуються внизу. Приклад оформлення рисунка наведено в «Додатку Ж».

Не потрібно вставляти у текст роботи чи у додатки рисунки, які мають лише опосередковане відношення до її змісту.

Вимоги щодо оформлення рисунків та підписів:

- абзацний відступ відсутній;
- вирівнювання – по центру;
- шрифт – звичайний;
- крапка в кінці назви рисунку не ставиться.

На всі ілюстрації та таблиці необхідні посилання в текстовій частині. При цьому можна застосувати скорочення - рис. 1.1., табл. 1.1. У випадку використання ілюстрації, створеної іншим автором, необхідно надати посилання на джерело.

Якщо під час виконання роботи була розроблена комп'ютерна програма, то в роботі необхідно привести блок-схему алгоритму, текст програми, надрукований на принтері, тестовий розрахунок, мову програмування, методику користування програмою. Аркуші з текстом програми розміщують або в основній частині, або в якомусь додатку, якщо програма громіздка.

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

3.1. Загальні настанови

Дана курсова робота має на меті поглибити вивчення дисципліни “Структурно-функціональний аналіз складних ієрархічних систем” за рахунок самостійної, ініціативної роботи студентів над проектуванням найбільш масових частин сучасних телекомунікаційних та інформаційних систем – мереж доступу (МД). В процесі проектування студенти також знайомляться з загальною проектною процедурою телекомунікаційних мереж та мережевих об’єктів. Набуті в ході курсового проектування знання і навички складають одну з підвалин кваліфікаційного рівня магістра фахівця телекомунікацій.

В рамках даного курсового проекту студент повинен самостійно, за допомогою сучасної фахової періодичної літератури останніх двох років або спеціальних монографій, знайти потрібну інформацію і детально ознайомитися з конкретною технологією МД, яка передбачена його персональним варіантом проекту. На основі такого ознайомлення, а також на основі теоретичних і практичних знань, отриманих на лекціях, практичних заняттях, та шляхом самостійної роботи над рекомендованою літературою з даної дисципліни, студент проводить власне курсове проектування. Воно передбачає послідовне виконання семи етапів:

- уточнення завдання на проектування;
- інформаційно-потоківий розрахунок мережі;
- проектування вузлів мережі;
- проектування міжвузлових зв’язків;
- оцінка кількості обладнання та капітальних витрат;
- оцінка кількості персоналу та експлуатаційних витрат;

- узагальнення та аналіз результатів проектування.

Склад робіт кожного етапу наведено у відповідному розділі методичних вказівок. Кожен етап проектування закінчується оформленням відповідного розділу пояснювальної записки проекту.

Оформлення ведеться на аркушах А4 за загальними вимогами до текстових документів. Допускається рукописне оформлення пояснювальної записки за умови розбірливості письма. Текст і рисунки розміщують на одній сторінці аркуша – друга залишається чистою для зауважень при перевірці проекту та для можливих виправлень проекту за зауваженнями. Підбірка аркушів пояснювальної записки нумерується, зшивається, підписується студентом і здається в деканат факультету для реєстрації і перевірки.

3.2. Загальне завдання на виконання курсового проекту

Розробити проект цифрової мережі доступу для конкретного населеного пункту та заданої мережевої технології. Мережа повинна забезпечити доступ будь-якого користувача населеного пункту (квартирного та виробничого секторів) до будь-якого вузла місцевих постачальників послуг інформаційної мережі Інтернет. Мережа доступу в цілому повинна також забезпечити пропуск міжміського трафіку від постачальників послуг до інших міст не менше, ніж по двох напрямках. Кількість постачальників послуг Інтернет у місті розраховується з середнього нормативу один постачальник на 20 тис. мешканців міста. Щільність покриття мережевими закінченнями МД квартир та виробничих приміщень міста повинна становити не менше 100%. Середня кількість мешканців квартири становить 2,5. Кількість виробничих приміщень у місті приблизно вдвічі менше кількості квартир. Профіль навантаження від типових користувачів обирається студентом самостійно у межах заданих

табл.1 з урахуванням особливостей конкретної технології та розміру міста. Характеристики навантаження типового постачальника послуг визначаються на основі інформаційно-потокowego розрахунку мережі.

Таблиця 3.1. Характеристики навантаження від користувачів мережі доступу (у годину найбільшого навантаження – ГНН)

Види послуг	Мінімальний набір послуг		Максимальний набір послуг	
	Максимальна швидкість, кбіт/с	Інтенсивність навантаження Ерланг	Максимальна швидкість, кбіт/с	Інтенсивність навантаження Ерланг
<i>А. Квартирний користувач</i>				
Електронна пошта	9,6	0,01	128	0,01
Пересилання файлів	19,2	0,01	512	0,01
Web-сеанси	19,2	0,2	512	2x0,2
Телефон	19,2	0,1	32	2x0,1
Відеотелефон	-	-	2048	0,05
Аудіо-програми	-	-	512	2x0,2
Відео-програми звичайної чіткості	-	-	2048	2x0,3
Відео-програми високої чіткості	-	-	8448	0,1
<i>Б. Виробничий користувач</i>				
Електронна пошта	19,2	0,1	512	0,1
Пересилання файлів	64	0,2	2048	0,2
Web-сеанси	128	5x0,2	1024	10x0,2
Телефон	19,2	10x0,1	32	20x0,1
Відеотелефон	128	2x0,1	2048	5x0,1
Аудіо-програми	-	-	512	2x0,2
Відео-програми звичайної чіткості	-	-	2048	2x0,2
Відео-програми високої чіткості	-	-	8448	0,1

Якість функціонування МД при наданні послуг користувачам в годину найбільшого навантаження повинна бути не гіршою наступних показників:

- коефіцієнт готовності доступу – $\geq 0,999$;
- середня затримка доступу – ≤ 1 с;
- середня затримка передачі пакетів – ≤ 100 мс;
- варіація затримки передачі пакетів – ≤ 10 мс;
- коефіцієнт втрати пакетів – $\leq 0,0001$.

Конкретний варіант курсової роботи обирається кожним студентом за власним номером у журналі групи за допомогою таб. 3.2.

Таблиця 3.2. Вибір варіанту курсового проекту

Номер за журналом групи	Код варіанту	Номер за журналом групи	Код варіанту	Номер за журналом групи	Код варіанту
1	31	13	53	25	15
2	65	14	14	26	32
3	51	15	22	27	61
4	32	16	43	28	55
5	31	17	63	29	53
6	12	18	15	30	25
7	33	19	52	31	52
8	52	20	43	32	35
9	11	21	22	33	44
10	54	22	31	34	23
11	15	23	12	35	12
12	13	24	53	36	42

Перша ліва цифра у коді варіанту таб. 3.2 визначає номер технології мережі у наступному списку:

1 – ISDN замінить на (FTTx) или (PON) (Цифрова мережа з інтеграцією обслуговування – ЦМІО);

2 – B-ISDN (ATM) (Високошвидкісна ЦМІО);

3 – Ethernet (Локальна комп'ютерна мережа за стандартом IEEE 802.3);

4 – LMDS (DECT, CDMA, Wi-Max, Wi-fi + Ethernet (Локальна мікрохвильова мультимегабітна розподільча мережа плюс мережа Ethernet);

5 – ICATV + Ethernet (Мережа інтерактивного кабельного телебачення плюс мережа Ethernet);

6 – DSL+ Ethernet (Цифрові абонентські лінії плюс мережа Ethernet).

Друга цифра коду варіанту у таб. 3.2 позначає номер типу міста з наступного списку:

1 – великий обласний центр України (~1,3 млн. мешканців);

- 2 – середній обласний центр (~300 тис. мешканців) ;
- 3 – місто обласного підпорядкування (~140 тис. мешканців);
- 4 – районний центр (~90 тис. мешканців);
- 5 – селище міського типу (~30 тис. мешканців).

3.3. Уточнення завдання на проектування

Уточнення завдання на проектування є першим етапом, з якого проектувальник починає брати участь у створенні нового об'єкту зв'язку. Головним завданням даного етапу є отримання як найповнішого уявлення про об'єкт, що буде проектуватися, узгодження та доповнення завдання на проектування об'єкту перед затвердженням завдання замовником. В рамках курсового проекту на даному етапі кожним студентом, на основі загального завдання на курсове проектування, складається індивідуальне завдання, що містить основні початкові дані конкретного варіанту проекту. Основними з них повинні бути:

- назва і призначення мережі з урахуванням особливостей варіанту;
- категорії і кількість користувачів;
- види і характеристики послуг, на які розраховується мережа;
- інтенсивність навантаження від кожного виду послуг в годину найбільшого навантаження;
- показники якості функціонування мережі в годину найбільшого навантаження.

Основні характеристики послуг і профілі їх споживання користувачами в ГНН слід обирати, орієнтуючись на дані таб. 3.1.

3.4. Інформаційно-потоківий розрахунок мережі

Головною метою даного етапу є розробка схеми інформаційних потоків мережі і визначення величин потоків у кожному її елементі. Ця схема є ідеалізацією структурної схеми, зображуючи ідеальні вузли та ідеальні зв'язки між ними прив'язані до реального їх розташування на місцевості з урахуванням технологічних особливостей МД. Схема потоків необхідна для наступних розрахунків кількості обладнання та експлуатаційного персоналу мережі.

З огляду на складність проектного об'єкту, схему потоків МД розробляють на декількох ієрархічних рівнях. В загальному випадку, як правило, розрізняють такі ієрархічні рівні МД:

- загальноміська транспортна мережа;
- районні мережі;
- мікрорайонні мережі;
- будинкові мережі;
- мережі приміщень користувачів.

В залежності від базової технології, склад і межі ієрархічних рівнів МД можуть варіюватися. Це добре видно при конкретному розгляді основних технологічних схем МД, що рекомендуються для даного курсового проектування, наведених на рис. 3.1...3.6.

При розробці схеми потоків МД для зменшення витрат на нові вузли зв'язку бажано прив'язувати розташування вузлів і міжвузлових зв'язків до вже існуючих об'єктів електрозв'язку. Це значно зменшить витрати на будівництво або пристосування робочих приміщень, систем їх охорони, життєзабезпечення, електроживлення, на будівництво лінійних споруд, тощо.

Після розробки схеми потоків конкретної МД проводять розрахунки інтенсивності інформаційних потоків для усіх ліній і вузлів МД.

В реальному проектуванні, як правило, усі складові МД (вузли і лінії зв'язку кожного ієрархічного рівня всієї МД) є оригінальними,

неповторними і інформаційні потоки розраховуються для кожної складової окремо. В учбовому проекті задля зменшення його трудомісткості можна застосувати спрощуючі передпосилання – рівномірний розподіл користувачів кожної категорії, однакові профілі споживання послуг, однакові довжини однотипних ліній зв'язку, однакові пропускні здатності однотипних вузлів зв'язку, рівномірне тяготіння, тощо.

Розрахунки інформаційних потоків починають з термінальних стиків МД, орієнтуючись на профілі споживання основних інформаційних послуг користувачами у годину найбільшого навантаження. Для кожної послуги визначають середній інформаційний потік за формулою 3.1.

$$V_c^i = V_m^i \cdot y^i / K^i \quad (3.1)$$

де V_m^i – максимальна швидкість при наданні i -ї послуги, y^i – інтенсивність використання i -ї послуги в ГНН користувачем, K_n^i – коефіцієнт пульсацій інформаційного потоку при наданні i -ї послуги.

Величини для перших двох членів формули беремо з таблиць уточнених даних, конкретизованих для кожного варіанту курсового проекту з орієнтацією на дані табл. Коефіцієнт пульсацій істотно залежить від виду послуг і методів стиснення інформації при наданні послуги. Для телефонних-, аудіо- і відео-послуг його величину можна прийняти рівною одиниці, для електронної пошти і пересилання файлів – 3, а для Web-сеансів – 10. На завершення етапу інформаційно-потокowego розрахунку МД виконують розрахунок пропускних здатностей елементів МД.

Пропускна здатність елементів мережі істотно залежить як від середньої швидкості у елементі, так і від складу інформаційних потоків. В загальному випадку це дуже складна задача теорії імовірності, яка потребує глибоких теоретичних досліджень або використання потужних моделюючих програм. Слід пам'ятати, що величина пропускної здатності (продуктивності) елементу мережі передачі даних повинна бути більшою

середньої швидкості інформаційного потоку у елементі, але меншою суми максимальних швидкостей усіх складових інформаційного потоку. Відповідно до центральної граничної теореми теорії імовірності, чим більше складових потоку, тим менше середньоквадратичне відхилення миттєвої швидкості сумарного потоку від середнього значення і тим ближче розподіл миттєвих швидкостей до нормального закону для якого вже добре значення інтегралу імовірностей або процентного розподілу значень швидкості потоку.

Однак, оскільки в проєктованій МД будуть ділянки як з невеликою кількістю складових інформаційного потоку елемента, так і з дуже великою (тисячі, десятки тисяч), то прийдеться для різних типів ділянок застосовувати різні статистичні методи розрахунку пропускних здатностей. Такі обставини значно ускладнюють розрахунки пропускних здатностей елементів МД.

В даному курсовому проєкті, з метою зменшення трудомісткості застосовується метод спрощених нормативів на перевищення пропускної здатності елемента V_e в залежності від кількості складових у потоці, а саме:

- а) до 10 складових – $V_e = \sum_i V_m^i$;
- б) від 11 до 100 – $V_e = 8 V_c$;
- в) від 101 до 1000 – $V_e = V_c$;
- г) більше 1000 – $V_e = 1,5 V_c$.

3.5. Проєктування вузлів мережі

Головною метою даного етапу є визначення типів вузлів МД, їх розташування у ієрархії елементів МД та оснащення їх необхідним обладнанням та персоналом. На цьому етапі також починається формування організаційної структури мережі, що проєктується.

Вузлом мережі зв'язку прийнято називати сукупність основного та допоміжного технологічного обладнання, а за необхідності, і обслуговуючого персоналу, розташовану на перетині ліній зв'язку. Вузол зв'язку забезпечує переформування лінійних сигналів і перерозподіл інформаційних потоків, що переносяться лінійними сигналами по лініях зв'язку, технічне обслуговування обладнання та прилеглих до вузла ділянок ліній зв'язку, а також експлуатаційне обслуговування зв'язків та інформаційних потоків, що проходять через вузол.

В залежності від розташування вузла в мережі та виконуваних головних задач, вузли класифікують наступним чином: міжміські, опорно-транзитні, місцеві (граничні), розподільчі (периферійні), кінцеві. Кінцевим вузлом або мережним закінченням слід вважати розташоване в приміщенні користувача обладнання, за допомогою якого формується стик “користувач-мережа” (UNI). У користувача за цим стиком може бути або один-єдиний інфоприлад (наприклад, звичайний телефон чи комп'ютер), або мережа приміщень користувача з кількома інфоприладами, або ціла офісна мережа з багатьма інфоприладами. В залежності від наявності і ролі обслуговуючого персоналу на вузлі, розрізняють обслуговувані і необслуговувані (виносні) вузли, центральний (керуючий) вузол мережі, провідні та керовані (низові) вузли.

Для проектованої мережі доступу доцільно прив'язувати розташування вузлів до вузлів існуючих мереж зв'язку, наприклад, до вузлів міської телефонної мережі загального користування (ТМЗК). Однак, в залежності від технологічних особливостей МД, може з'являтися необхідність організації нових типів вузлів. Так, наприклад, для мікрохвильових систем радіодоступу необхідна організація нових вузлів у висотних будинках міста для базових станцій. Для забезпечення високих швидкостей передачі у МД за технологією Ethernet необхідно

організовувати виносні вузли у розподільчих шафах, розподільчих муфтах, розподільчих коробках, в приміщенні користувача.

Види і об'єм обладнання та чисельність персоналу вузла, виробнича площа вузла визначаються виконуваними вузлом функціями. Нижче наведено перелік основних з них і види засобів, що необхідні для їх виконання.

1) *Трактостворення* – системи передачі, крос-конектори, оптичні мультиплексори. Для багатьох сучасних вузлів МД, за умови невеликих відстаней між вузлами і пропускної здатності трактів до 10 Гбітс, таке обладнання окремо не застосовується, а входить до комутаційного обладнання вузла у вигляді лінійних блоків (модулів).

2) *Розподіл інформаційних потоків* – цифрові станції комутації, комутатори пакетів, маршрутизатори, концентратори, мультиплексори.

3) *Стикування з іншими мережами* – шлюзи, мости.

4) *Надання інформаційних послуг* – сервери, програмне та інформаційне забезпечення.

5) *Технічне обслуговування* – вбудоване і окреме обладнання автоматичного та ручного контролю стану ліній, виносних вузлів, вузлового обладнання; запчастини, інструменти і приналежності (ЗІП), у тому числі, й набір усіх типів змінних блоків обладнання вузла і підпорядкованих виносних вузлів; ремонтні майстерні, дільниці чи центри (або окрема стаття витрат на ремонт і поновлення ЗІП на підприємствах-виробниках); транспортні засоби для оперативного відновлення дії зв'язків після пошкоджень на лініях, виносних вузлах або у користувачів; технічний та інженерний персонал.

6) *Експлуатаційне обслуговування* – сервери, робочі станції, програмне забезпечення для управління мережею і мережевим бізнесом, для обліку її роботи, для взаємовідносин і розрахунків з користувачами; інженерний персонал.

7) *Безперебійне електроживлення* – автомати перемикання електромереж (основної і резервної загального енергопостачання та резервної вузлової), випрямлячі, акумуляторна батарея, резервна дизельна електростанція; система електроживлення вузла повинна бути розрахована на живлення обладнання вузла, підпорядкованих виносних вузлів, а також телефонних апаратів у приміщеннях користувачів; технічний персонал.

8) *Життєзабезпечення вузла* – система охорони (служба безпеки, у тому числі, й інформаційної), системи кондиціонування повітря, освітлення, водопостачання і водовідведення, приміщення для персоналу, виробничі меблі і т.п.; забезпечуючий персонал.

9) *Адміністрування* – засоби службового зв'язку, оргтехніка, офісні меблі і т.п.; адміністративний персонал.

В реальному проектуванні мереж необхідність у окремих функціях вузла і показники їх обсягу визначаються для кожного з вузлів МД окремо, орієнтуючись на його місце в МД, конфігурацію його зв'язків та пропускну здатність. В курсовому проекті, виходячи з припущення про рівномірний розподіл користувачів по території міста, а також з технології МД і розрахованої пропускну здатності окремих елементів мережі, необхідно лиш визначитись з окремими типами вузлів. Для кожного типу вузла необхідно прийняти рішення про виконувані даним типом вузла функції, про їх обсяг, та визначити у вигляді переліків (специфікацій) види та кількості окремих видів обладнання на кожному окремому типі вузла, а також кваліфікацію та кількість персоналу на вузлах, що обслуговуються.

3.6. Проектування міжвузлових зв'язків

Даний етап курсового проекту передбачає визначення типів міжвузлових цифрових трактів та найбільш оптимальної їх реалізації.

Аналогічно типізації вузлів МД, виходячи з припущення про рівномірний розподіл користувачів кожного виду по території міста, провадять групування міжвузлових зв'язків у декілька окремих типів міжвузлових зв'язків.

За розрахованими пропускними здатностями кожного з видів міжвузлових зв'язків визначають найближчу більшу стандартизовану швидкість тракту: 2, 8, 34, 155, 622, 2500, 10000 Мбіт/с. При потребі мати більші швидкості міжвузлових зв'язків, слід орієнтуватися на застосування систем передачі зі спектральним ущільненням (WDM, DWDM), які можуть забезпечити оптичні тракти з номінальною пропускною спроможністю $(4...160) \times 10$ Гбіт/с.

Способами реалізації міжвузлових зв'язків може бути: або оренда трактів потрібної пропускної здатності в “Укртелекомі” чи в іншому підприємстві, що має надлишок пропускної здатності у своїх лінійно-кабельних спорудах; або побудова окремої (для МД) ВОЛЗ. Слід оцінити, який спосіб буде дешевшим для конкретного типу міжвузлового зв'язку в МД конкретної технології і розміру. Для оцінок використати такі дані: вартість оренди первинного цифрового тракту (2,048 Мбіт/с) довжиною 3 км становить 2,5 тис.грн/місяць; вартість трактів більш високої пропускної здатності та протяжності пропорційна їх швидкості та довжині у степені $1/2$; вартість побудови окремої ВОЛЗ (з мінімальною кількістю волокон у кабелі – 4) становить близько 15 тис. грн/км у готових кабельних каналах та 25 тис. грн/км при розриті ґрунту і прокладанні нових кабельних каналів. Вартість 4-волоконного оптичного кабелю становить близько 8 тис. грн/км.

Результатом виконання етапу повинен стати опис кожного типу міжвузлових зв'язків МД з коротким числовим обґрунтуванням оптимального способу реалізації цих зв'язків.

3.7. Оцінка кількості обладнання та капітальних витрат

Відповідно до результатів проектування вузлів і міжвузлових зв'язків кожного типу в МД та орієнтуючись на дані нижченаведеної табл.3.3 виконують розрахунки кількості обладнання для кожного вузла і його вартості. Помноживши розраховану вартість обладнання вузла кожного типу на кількість таких вузлів у МД і склавши добутки, отримують вартість обладнання усієї проектованої МД. Капітальні витрати на створення МД обчислюють, врахувавши вартість монтажно-налагоджувальних робіт, яка за усталеними нормативами становить 15-20% від вартості обладнання.

Таблиця 3.3. Види і основні техно-економічні характеристики обладнання для побудови мережі доступу за різними технологіями (див. рис.3.1...3.6)

Техно-логія МД	Вид обладнання	Основні техно-економічні характеристики обладнання		
		Об'єм, ТЗБ	Максимальна швидкість, Мбіт/с	Вартість, у.о.
1	2	3	4	5
ISDN	МЗ	1	0,128	300
	НР	0,1	-	2
	РК	0,5	-	10
	РМ	1	-	100
	РШ	1/100АЛ	-	500+N _{АЛ}
	ЦАТС	0,1/В-порт	0,128/В-порт	200/В-порт
	ОПТС	1/Р-порт	2,048/Р-порт	2500/Р-порт
B-ISDN	МЗ	2	51	2000
	НР	Див. ISDN ...	...	...
	РК	Див. ISDN ...	...	...
	РМ	Див. ISDN ...	...	...
	РШ	Див. ISDN ...	...	...
	ВРМ	0,2/порт	51/порт	200/порт
	ЦАТС	0,2/порт	2500/порт	10000/порт
	ОПТС	3/порт	10000/порт	20000/порт

Продовження таблиці 3.3. Види і основні техно-економічні характеристики обладнання для побудови мережі доступу за різними технологіями

Техно-логія МД	Вид обладнання	Основні техно-економічні характеристики обладнання		
		Об'єм, ТЗБ	Максимальна швидкість, Мбіт/с	Вартість, у.о.
1	2	3	4	5
ICATV+ +PSDN	МКТ	1	10	1000
	НР	0,05	-	2
	Р	0,1	-	0,5/порт
	БП	1	100	1000
	МП	2	100	2500
	ГП	5	100/порт	10000
	ОЗК	2/порт ГП	100/порт ГП	3000/порт ГП
	МТ	1/порт	80000/порт	10000/порт
DSL+ +PSDN	МЦАЛ	1	2	700
	НР	Див. ISDN ...	...	...
	РК	Див. ISDN ...	...	...
	РМ	Див. ISDN ...	...	...
	РШ	Див. ISDN ...	...	...
	МпД	0,5/порт	2/порт	500/порт
	СД	1,5/порт	1000	2000/порт
	МТ	1/порт	2500/порт	5000/порт
Для усіх техноло-гій	ЗІП	10% від кільк.ТЗБ	-	1000/ТЗБ
	Система безпереб. електрож.	100 ... 1000	1 ... 10 кВт	20000 ... 80000
	Сервер управлін.	20	2x1000	3000
	Робоча станція	10	1000	1500
	Комп'ю-тер інжен.	5	750	1000
	Автомоб.	-	-	7000
	Стіл	-	-	50
	Крісло робоче	-	-	20
	Шафа	-	-	100
	Телефон	-	-	20

Примітка: ТЗБ – типовий замінний блок апаратури, що має такі усереднені характеристики: розміри – 250x300x30 мм; кількість електрорадіоелементів – 300; напрацювання на апаратне пошкодження – 200 тис.годин.

3.8. Оцінка кількості персоналу та експлуатаційних витрат

Персонал обслуговуваних вузлів МД розраховується за такими нормативами:

а) цілодобове трьох-змінне обслуговування вузла і підпорядкованих йому виносних вузлів та абонентів забезпечують не менше двох працівників у зміні – черговий інженер та технік;

б) в денній зміні на вузлі працюють додатково до чергових працівників: системний програміст, інженер електроніки, інженер інформаційної безпеки, обліковець (статистик), електрик, слюсар-сантехнік, допоміжний працівник і начальник вузла;

в) на вузлах, відповідальних за оперативне відновлення дії обладнання після пошкоджень, зберігається потрібний комплект ЗІП і у трьох-змінному режимі чергує бригада “інженер, технік, водій”;

г) на одному з центральних вузлів МД, крім звичайного обслуговуючого персоналу організовується адміністративно-управлінський центр МД, до складу якого, як мінімум, входять такі працівники:

- директор і головний інженер МД;
- три чергові бригади управління “інженер управління, системний програміст”;
- головний бухгалтер і бухгалтер;
- керівник і інженер планової групи.

д) охорону обслуговуваного вузла забезпечує три бригади охоронців, кожна чисельністю у три працівники у тому числі, начальник зміни;

е) на кожні 10 основних працівників передбачається один допоміжний працівник низької кваліфікації.

Після визначення кількості працівників на кожному типі обслуговуваних вузлів, визначають кількість працівників на усій МД, перемножуючи кількість працівників кожного типу вузла на кількість вузлів такого типу в усій МД. При цьому необхідно зберігати дані про кваліфікаційний склад працівників за трьома категоріями: висока, середня, та низька кваліфікація.

На основі даних про чисельність та кваліфікаційний склад працівників МД, розраховують місячний а потім і річний фонд оплати праці (Φ), припускаючи, що працівник високої кваліфікації отримує зарплату у 1300, середньої – 750, а низької – 300 грн на місяць.

Експлуатаційні витрати на проектувану МД (E) розраховують за формулою 3.2.

$$E = \Phi + H + A, \quad (3.2)$$

де H – накладні витрати ($H \approx 0,7\Phi$), A – амортизаційні відрахування ($A \approx 0,15 K$; K – капітальні витрати на створення усієї МД, що були визначені у проекті раніше).

3.9. Узагальнення та аналіз результатів проектування

Після визначення усіх основних характеристик проектуваної МД, на завершення курсового проекту необхідно зробити наглядний звіт цих основних характеристик на одній-двох сторінках пояснювальної записки. До основних характеристик проектуваної МД слід віднести:

- номенклатура і показники надаваних МД послуг для кожної з категорій користувачів (квартирних, виробничих, постачальників інформаційних послуг);
- капітальні витрати на створення МД і їх розподіл за типами обладнання у абсолютних і відносних (відсоткових) величинах;

- експлуатаційні витрати і їх розподіл за статтями: оплата праці, накладні витрати, амортизаційні відрахування;
- питомі (на одного користувача або на одне мережне закінчення) капітальні та експлуатаційні витрати.

З метою об'єктивної оцінки отриманих результатів проектування, насамкінець, роблять порівняння вартісних і швидкісних характеристик спроектованої МД та МД на базі звичайної міської аналогової ТМЗК і модемів, для якої типовими є максимальні швидкості передачі 20-30 кбіт/с, питомі капітальні витрати 400-600 у.о. і питомі експлуатаційні витрати – 20-30 у.о. Необхідно також визначити ступінь задоволення максимальних інформаційних потреб користувачів спроектованою МД у майбутньому, коли МД стануть основою конвергенції різноманітних інформаційних та інформаційно-супроводжуваних послуг у містах.

Завершити курсовий проект слід висновками щодо можливих шляхів (способів, варіантів) покращання техніко-економічних характеристик МД.

3.10. Рекомендована література

1. Жураковский Б. Ю. Кінцеві пристрої абонентського доступу. Навчальний посібник [Електронний ресурс] / Б. Ю. Жураковский, Г. С. Срочинська, Н. М. Довженко // Київ, Державний університет телекомунікацій. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dut.edu.ua/ru/lib/118/category/96/view/903>.
2. Жураковський Б.Ю. Системи доступу. Навчальний посібник. [Електронний ресурс] / Б. Ю. Жураковский, Н. В. Коршун // Київ, Державний університет телекомунікацій. – 2015. – 58 с.– Режим доступу до ресурсу: http://ir.nmapo.edu.ua:8080/jspui/bitstream/lib/277/1/1_841_81364872.pdf
3. Жураковский Б.Ю. Перспективные сети доступа // Актуальные научные исследования в современном мире Том 1, Выпуск 9(53), Издавец Переяслав-Хмельницкий, 2019. - с. 87-93.
4. Бесслер Р., Дойч А. Проектирование сетей связи. Пер с нем. М., “Радио и связь”, 1988.

5. Жураковський Б. Ю. Комп'ютерні мережі. Частина 2 Навчальний посібник [Електронний ресурс] / Б. Ю. Жураковський, І. О. Зенів // КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2020. – 372 с. – Режим доступу до ресурсу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/36641>
6. Жураковський Б. Ю. Обробка інформації в сенсорних мережах / Б. Ю. Жураковський, І. Р. Пархомей, В. А. Дружинін. // Адаптивні системи автоматичного управління. – 2018. – №1. – С. 42–57. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/asau_2018_1_7

Схеми доступу на базі технологій:

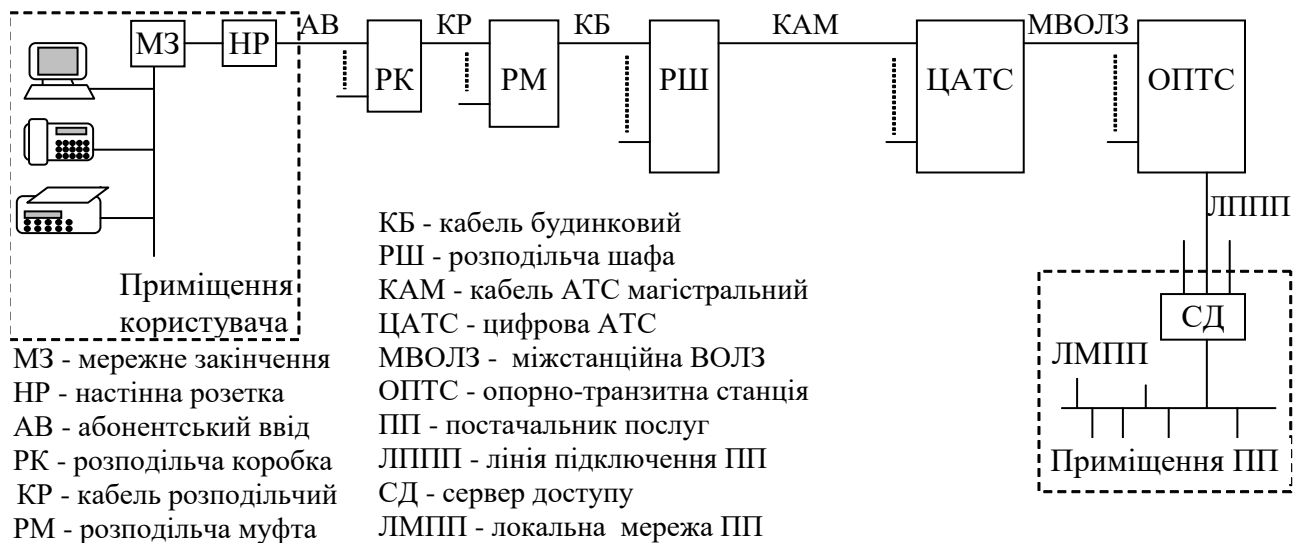


Рис.3.1 Схема доступу на базі технології ISDN

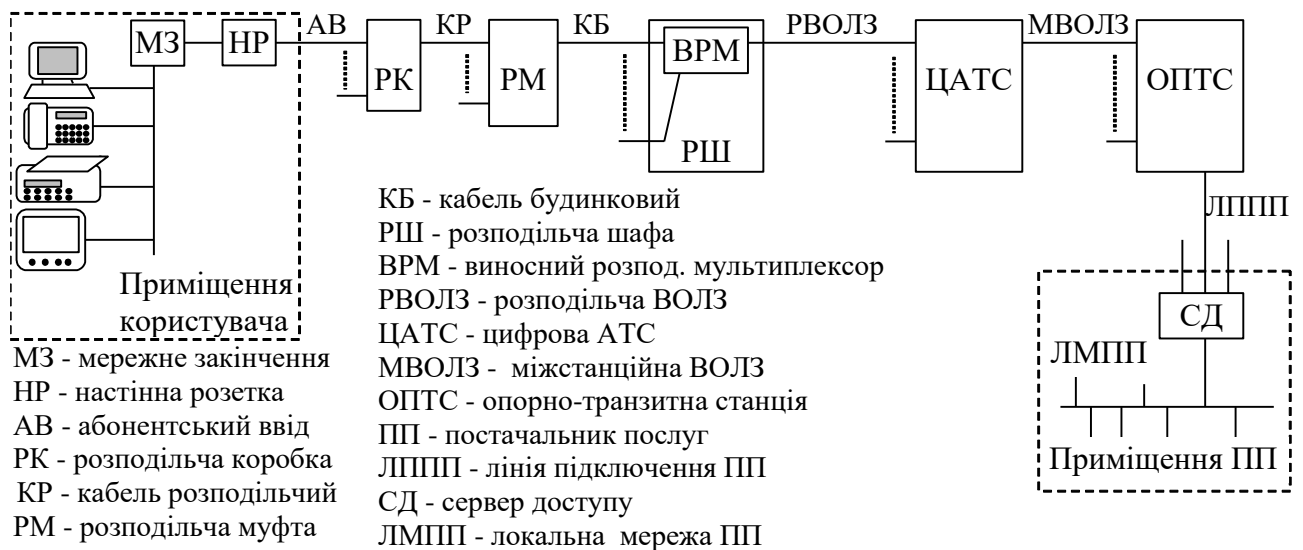


Рис.3.2 Схема доступу на базі технології B-ISDN

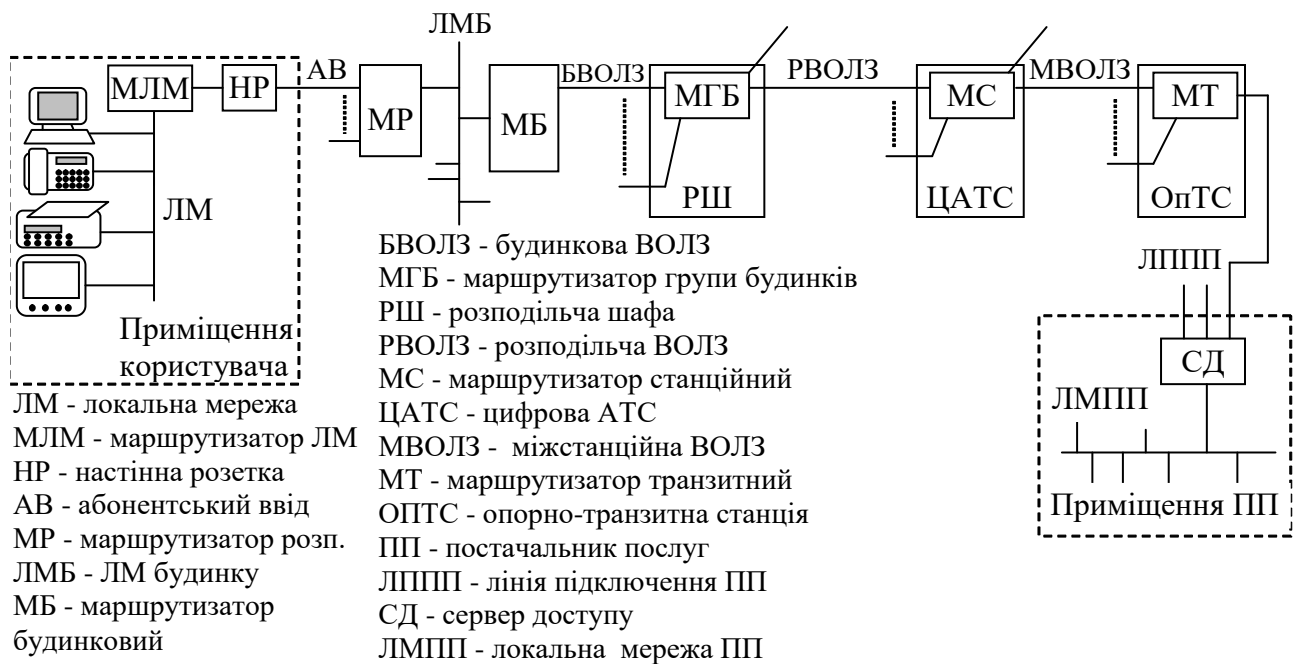


Рис.33. Схема доступу на базі технології Ethernet

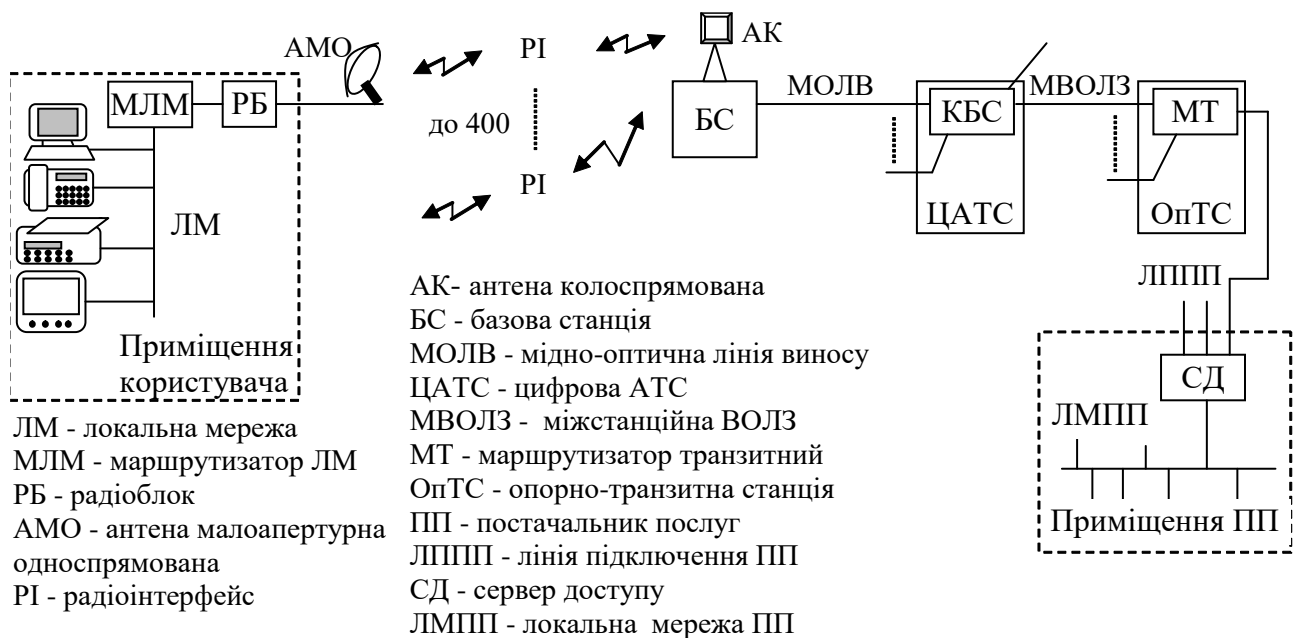


Рис.3.4 Схема доступу на базі технології LMDS+PSDN

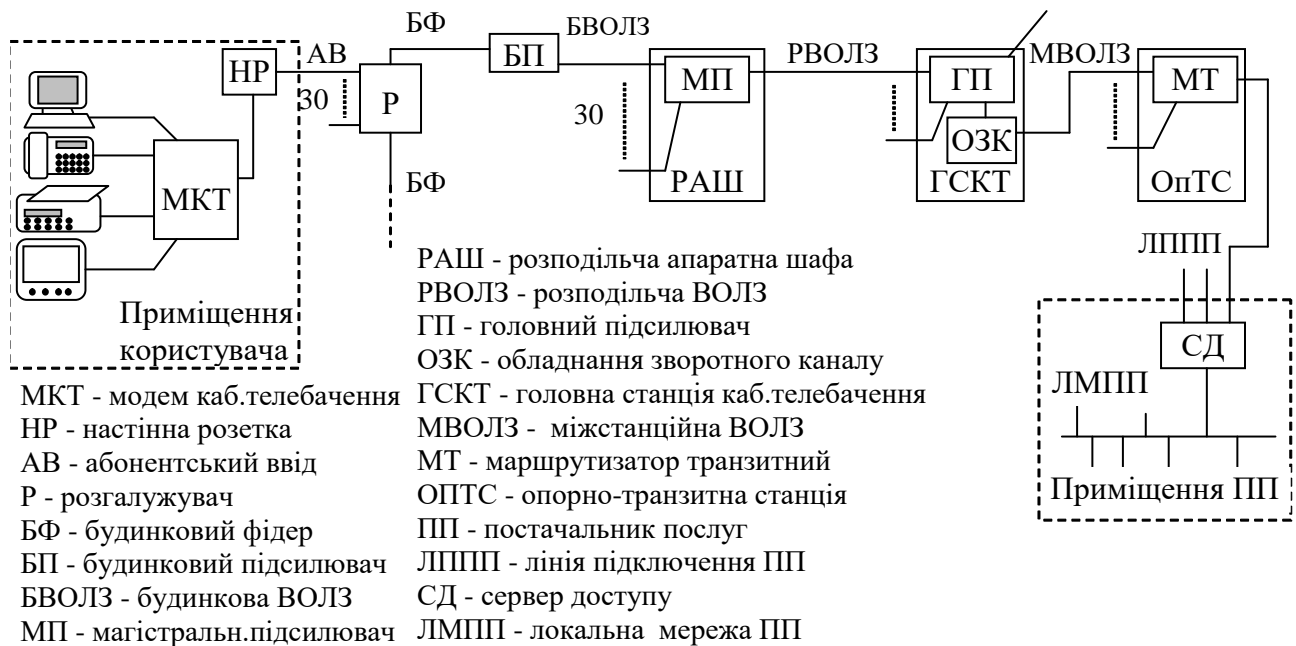


Рис.3.5 Схема доступу на базі технології ICATV+PSDN

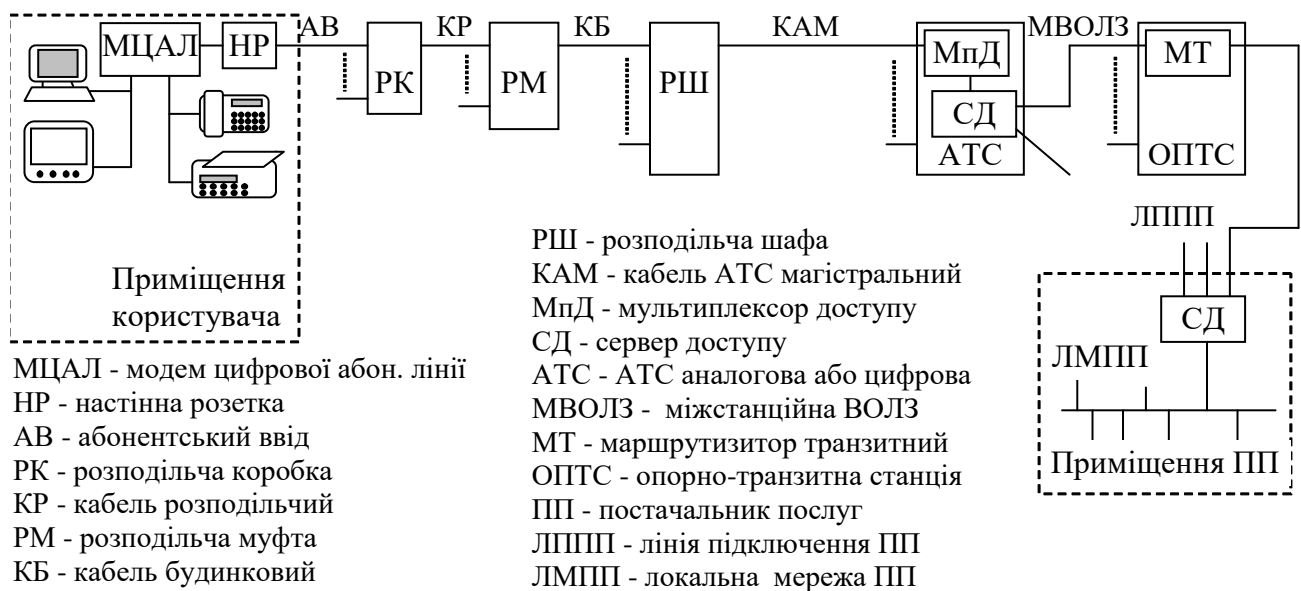


Рис.3.6 Схема доступу на базі технології DSL+PSDN

4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РОБОТИ

Кваліфікаційне завдання виконано, якщо студент:

- виконав завдання за своїм варіантом;
- виконав оформлення роботи за вимогою даного методичного керівництва;
- виконав завдання вірно, в логічній послідовності та обґрунтовано, що показує повні знання і розуміння роботи, які розкриті повністю;
- студент визначив ті аспекти проблеми, з яких існують альтернативні точки зору та обґрунтував свою позицію;
- відповідь супроводжувалась прикладами та обґрунтуваннями які показують, що студент вільно володіє програмним матеріалом;
- викладення матеріалу здійснювалось на основі застосування відповідної наукової та професійно-орієнтованої термінології;
- студент пов'язує своє особисте бачення проблеми із професійними задачами своєї майбутньої спеціальності.

Оцінка знижується в залежності від недотримання критеріїв виконання завдання та помилок фактологічного характеру.

При не виконанні всіх вимог та не правильного рішення завдання кваліфікована робота не приймається до усного захисту.

При виконанні всіх вимог та правильного рішення завдання кваліфікована робота приймається до усного захисту та оцінка знань студента ґрунтується на критеріях оцінювання роботи.

Оцінка друкованого матеріалу кваліфікаційної роботи знижується на:

- 8 балів за незначні помилки оформлення тексту, таблиці, рисунка, формули, переліку посилань;
- 16 балів за значні помилки оформлення тексту, таблиці, рисунка, формули, переліку посилань;

Оцінка захисту завдання кваліфікаційної роботи знижується на:

- 8 балів, якщо студент дав невірну відповідь або показав неповне розуміння процесів, що відбуваються в роботі;
- 16 балів, якщо студент зробив принципові помилки при відповіді, показав нерозуміння процесів, що відбуваються в роботі, або зовсім не дав відповіді;
- 8 балів, якщо порушена логічна послідовність відповіді, відповідь не повністю обґрунтована, допущені помилки під час розрахунків або не виконане одне з завдань;
- 16 балів, якщо з відповіді випливає, що студент не повністю розуміє процеси, що відбуваються;
- 32 бали, якщо відповідь дана повністю невірно або зовсім не дана.

Переведення отриманої студентом суми балів до академічної оцінки здійснюється відповідно до наведеної нижче шкали:

Національна шкала академічної оцінки	Шкала ECTS	Шкала балів
5 (відмінно)	A	90-100
4 (добре)	BC	82-89
		75-81
3 (задовільно)	DE	66-74
		60-67
2 (незадовільно з можливістю повторного складання)	FX	35-59
2 (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)	F	1-34

5. ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Про вищу освіту [Текст]: Закон України №2984-III від 17.01.2002 р./ Верховна Рада України // Відомості Верховної Ради України.–2002.– №36.

2. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення: видання офіційне: ДСТУ 3008-95. Чинний від 26.02.1995. –К.: Держстандарт України, 1995. –38 с. –(Державний стандарт України).

3. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання: ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Чинний від 07.01.2007. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 47 с. – (Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи; Національний стандарт України).

4. Бібліографічний запис. Заголовок. Загальні вимоги та правила складання: ДСТУ ГОСТ 7.80:2007. Чинний від 04.01.2008. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 12 с. – (Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи; Національний стандарт України).

6. ЗРАЗКИ ОФОРМЛЕННЯ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАНОЇ ТЕХНІКИ
КАФЕДРА ТЕХНІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

КУРСОВА АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **«ПОБУДОВА ЦИФРОВОЇ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ»**

Виконав: студент 5 курсу, групи ІТ - 62

(шифр і назва спеціальності)

Хххххххх О.В.

(прізвище та ініціали)

Перевірив

Хххххххх Г.О.

(прізвище та ініціали)

Київ - 2019

Додаток Б

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ЗАВДАННЯ
НА КУРСОВУ АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

ВАРІАНТ №1

Вихідні дані до роботи:

1. Види технологій мереж доступу.
2. Якість функціонування мережі доступу при наданні послуг користувачам в годину найбільшого навантаження повинна бути не гіршою наступних показників:
 - коефіцієнт готовності доступу – $\geq 0,999$;
 - середня затримка доступу – ≤ 1 с;
 - середня затримка передачі пакетів – ≤ 100 мс;
 - варіація затримки передачі пакетів – ≤ 10 мс;
 - коефіцієнт втрати пакетів – $\leq 0,0001$.
3. Типи вузлів мережі та міжвузлових зв'язків.
4. Структурна схема цифрової мережі доступу та її основні показники.
5. Висновки.
6. Науково-технічна література.
7. Додаток (програма розрахунків, при необхідності)

Дата видачі завдання

09.01.2019 р.

Додаток В

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
1. СИНХРОННА ТАКТОВА СИНХРОНІЗАЦІЯ ТА ЇЇ ВПРОВАДЖЕННЯ НА ПЕРВИННІЙ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ.....	11
1.1. Типи синхронізації в електрозв'язку.....	11
1.2. Необхідність системи тактової синхронізації для мережі СЦІ...	12
1.3. Класифікація режимів та методів синхронізації мереж.....	13
1.3.1. Режими синхронізації мереж.....	13
1.3.2. Методи синхронізації мереж.....	14
1.4. Методи СТС, що застосовуються на мережі України.....	18
1.4.1. Короткий огляд систем тактової синхронізації деяких країн світу.....	18
1.4.2. Огляд системи тактової синхронізації ВАТ "Укртелеком".	21
1.4.3. Елементи мережі тактової синхронізації.....	22
2. ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТАКТОВОЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ (З ПРИНЦИПОМ КЕРУВАННЯ ПО ВІДХИЛЕННЮ).....	25
2.1. Функціональна та принципова схеми системи тактової синхронізації.....	28
2.2. Математична модель існуючої системи тактової синхронізації.....	31
2.3. Аналіз математичної моделі системи тактової синхронізації.....	33
2.4. Аналіз стійкості системи тактової синхронізації.....	39
2.5. Розрахунок динамічної точності системи тактової синхронізації.....	41
ВИСНОВОК.....	44
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	46
ДОДАТОК А.....	48
ДОДАТОК В.....	54

Додаток Г

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АЦІ	– асинхронна цифрова мережа
ВВС	– вузол вихідних сполучень
ІКМ	– імпульсно-кодова модуляція
КО	– кінцеве обладнання
ПДС	– первинне джерело синхронізації
ППС	– первинний пристрій синхронізації
ПРСС	– пристрій розмножування сигналів синхронізації
ПС	– пристрій синхронізації
ПС-М	– пристрій синхронізації місцевого вузла
ПСС	– повідомлення про стан синхронізації
ПС-СЕ	– пристрій синхронізації обладнання синхронного Ethernet
ПС-СЦІ	– пристрій синхронізації обладнання СЦІ
СЦІ	– синхронна цифрова ієрархія
В-ISDN	– широкосмугова цифрова мережа з інтеграцією послуг (Broadband Integrated Services Digital Network)
В-ISUP	– підсистема споживача широкосмугової ISDN (Broadband ISUP)
INAP	– підсистема застосування інтелектуальної мережі (Intelligent Network Application Part)
ISDN	– цифрова мережа з інтеграцією послуг (Integrated Services Digital Network)
ISUP	– підсистема споживача ISDN (ISDN User Part)
ITU-T	– Міжнародний союз електрозв'язку, Сектор стандартизації телекомунікацій (International Telecommunications Union Telecommunication Standardization Sector)

Додаток Д

ВСТУП

Актуальність дослідження даної теми планування мережі тактової синхронізації (ТС) є визначення рівня та кількості пристроїв синхронізації, місць їх розміщення, схем та засобів розподілу сигналів. Мережа ТС повинна забезпечувати високі показники точності і стабільності тактових сигналів в різних точках мережі з метою зменшення розходження частот генераторів. Оптимальні шляхи рішення цих задач для кожного конкретного випадку вибираються на етапі планування — розробки проекту мережі ТС. Основною задачею при цьому є вибір тих чи інших шляхів передачі синхросигналів та створення систем резервування, які б не допускали можливості виникнення петель (циклів) синхронізації та може бути використане в майбутньому і тимчасових з'єднаннях. Ефективне вирішення цих задач може бути здійснене шляхом впровадження систем автоматизованого проектування.

Проблеми, пов'язані з синхронізацією пристроїв, виникли з появою методів передавання інформації. І дійсно, будь-яка процедура дискретизації, передавання та прийому бінарного сигналу або кодованого бінарного сигналу потребує узгодженості частот передавання та прийому. Якщо цього не забезпечити, інформація, що передається, буде прийнята некоректно. Головною метою синхронізації є забезпечення однакових або кратних тактових частот генераторів усіх пристроїв, що складають мережу телекомунікацій.

До систем тактової синхронізації представляються вимоги високої точності та швидкодії, так як від них залежать надійність та швидкість передавання інформації. В даній системі присутнє протиріччя між умовами підвищення динамічної точності та умовами стійкості (умовами

покращення перехідного процесу), являється перешкодою на шляху підвищення показників якості системи. Ця система, як показує аналіз її математичної моделі, має значні динамічні помилки та час перехідного процесу. Це являється значним недоліком, який зменшує продуктивність системи передачі даних і може призвести до приймання невірної інформації або призвести до втрати зв'язку.

В дипломній роботі вибраний метод підвищення швидкодії та динамічної точності визначає практичне значення одержаних результатів. Цей зв'язок не впливає на стійкість замкнутої частини системи і через це її параметри можуть бути синтезовані в відповідності з умовами покращення перехідного процесу та зменшення динамічних помилок, тобто при введенні зв'язку втрачається протиріччя між умовами підвищення динамічної точності та стійкості. Синтез зв'язку по заданій дії виконаний в відповідності з умовами компенсації повільно затухаючої компоненти перехідної складової помилки, завдяки чому вдалося одночасно підвищити швидкодію і динамічну точність системи тактової синхронізації.

Додаток Ж

ОСНОВНА ЧАСТИНА

(оформлення тексту, рисунку, таблиці, формули, посилання).

1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ В МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖАХ

1.1. Аналіз архітектури мультисервісних мереж

Зростання популярності мультисервісних мереж зв'язку - одна з найпомітніших тенденцій ринку телекомунікаційних послуг останніх років [3, 4].

Агент в протоколі SNMP - елемент, який забезпечує менеджерам, розташованим на керуючих станціях мережі, доступ до значень змінних МІВ, і тим самим дає їм можливість реалізовувати функції управління та спостереження за пристроєм. Типова структура системи управління зображена на рис. 1.1.

На сьогодні в діапазоні частот 2.4 ГГц найбільш широкое поширення отримали три технології безпроводової передачі даних Bluetooth, WiFi, і Zig Bee. Порівняльна характеристика приведена в табл. 1.1. [5].

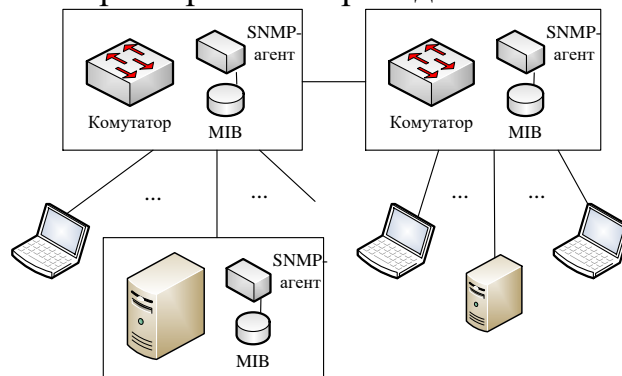


Рис. 1.1. Типова структура системи управління мережею

Таблиця 1.1. Порівняльна характеристика технологій Bluetooth, WiFi і ZigBee

Характеристики	Технологія безпроводової передачі даних (стандарт)		
	Bluetooth (IEEE 802.15.1)	WiFi (IEEE 802.11b)	ZigBee (IEEE 802.15.4)
Частотний діапазон, ГГц	2.4-2,483	2.4 - 2.483	2.4 - 2.483

Продовження таблиці 1.1. Порівняльна характеристика технологій Bluetooth, WiFi і ZigBee

Характеристики	Технологія безпроводової передачі даних (стандарт)		
	Bluetooth (IEEE 802.15.1)	WiFi (IEEE 802.11b)	ZigBee (IEEE 802.15.4)
Пропускна спроможність, кбіт/с	723,1	11 000	250
Максимальна кількість вузлів в мережі	7	10	65 536
Вихідна потужність, дБм	0-20	20	0
Діапазон дії, м (середні значення)	10-100	20 - 300	10- 100
Сфери застосування	Заміщення проводового з'єднання	Передача мультимедійної інформації (Інтернет, електронна пошта, відео)	Віддалений моніторинг і управління

Згідно теореми Літтла середній час затримки доставки пакетів дорівнює відношенню середнього числа пакетів в черзі до інтенсивності обслуговування потоку запитів

$$T_3 = \frac{L_q}{\lambda}, \quad (1.1)$$

де L_q - довжина черги; λ - інтенсивність обслуговування пакетів.

1.2. Технології безпроводової передачі даних

В результаті на виході суматора утворюється модульований високочастотний сигнал

$$s(t) = x(t)\cos[\omega_0 t] - y(t)\sin[\omega_0 t] = A\cos[\omega_0 t + \phi_i z(t)], \quad (1.2)$$

де ϕ_i - фазовий множник, який визначає величину зміни фази символу та визначається по формулі 1.3.

Додаток К

ВИСНОВОК

Дослідивши матеріали роботи, можна зробити висновок, що вона актуальна та заслуговує на увагу даної тематики. Можна відзначити, що:

- ширококомовна мережа уникає складних процедур маршрутизації (раутінгу), властивих комутованим мережам, приймаючи, що передавання кожного вузла може бути прийняте всіма іншими вузлами в мережі.

- ширококомовна мережа має тільки один комунікаційний канал. Наприклад, кабельні локальні комп'ютерні мережі є ширококомовними мережами, де кожен користувач сполучений з будь-яким іншим і мережа має топологію шини, зірки або кільця.

- безпроводні локальні мережі використовують радіо- або оптичні хвилі. Багато сателітарних радіосистем також є ширококомовними, оскільки наземна станція в системі може приймати всі повідомлення, які ретранслює сателіт.

Неодмінною рисою ширококомовних систем є те, що повідомлення, вислане будь-яким вузлом, досягає всіх інших вузлів. Тому повідомлення обов'язково мусить містити інформацію про те, кому воно адресоване. Пакети, вислані одним комп'ютером, приймаються усіма іншими, однак перед його опрацюванням кожен комп'ютер перевіряє адресне поле пакету. Якщо пакет не призначений даному комп'ютеру, він ігнорується.

Широкомовні підмережі характерні переважно для LAN.

Додаток Л

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Правила оформлення джерел, що використовуються для переліку посилань

Нумерація посилань наскрізна, окремо на типи посилань не поділяють перелік та проставляється нумерація послідовно, в залежності від першого його посилання у тексті.

Книги

1. Іваненко М. Є. Телекомунікаційні мережі: монографія / М. Є. Іваненко, К. С. Суриков, С. Е. Василюк, В. В. Король, П. П. Петренко, К. Р. Верещак; під ред. М. Є. Іваненко. – 3-е вид. – Харків: Техніка, 1986. – 302 с.
2. Тукоси Т. Волоконно-оптические устройства / Т. Тукоси, К. Камото, М. Оцу, С. Комо, Н. Косе, В. Хакамада, С. Мору; под ред. Т. Тукоси; пер. с япон. под ред. П. Р. Иванова. – Ленинград: Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
3. Баркланов И. Г. Технологии измерений в телекоммуникациях / И. Г. Баркланов. – Москва: Эко-Трендз, 1997. – 139 с.
4. Tanenbaum A. S. Computer Networks / A. S. Tanenbaum, D. J. Wetherall. – 5-th Ed. – PrenticeHall, Cloth, 2011. – 960 p.

Статті, конференції, семінари

1. Петренко П. П. Сучасні телекомунікації / П. П. Петренко, П. П. Петров, К. С. Іванов, С. О. Волков, П. Н. Сидоренко // Праці УНДІРТ. – 2004. – №5(53). – С. 21-25.
2. Коноваленко К. С. Інтерактивна гетерогенна телекомунікаційна мережа / К. С. Коноваленко // Зв'язок. – 2006. – № 1. – С. 78-85.
3. Введенский Ю. В. Применение сложных сигналов для измерения импульсных переходных характеристик корреляционным методом / Ю. В. Введенский, В. И. Сазанов, А. М. Сизьмин // Известия вузов СССР. Радиоэлектроника. – 1973. – Т.16, №3. – С.23-27.
4. Кравченко Ю. В. Оцінка стану складних об'єктів / Ю. В. Кравченко, Р. А. Миколайчук // Міжнародна наукова конференція «ISDMCI». – Ялта: 3-5 липня 2012 р. – С. 100-101.

Стандарти, нормативні документи

1. Framework for IMT-2000 networks // ITU-T Recommendation Q.1701. – 1999.

2. Требования к качеству восприятия для IPTV : Рекомендация ITU-T G.1080. – 2008.

3. Information technology – Security techniques – Information security management systems – Overview and vocabulary // ISO/IEC 27000:2014.

Законодавчі та нормативні документи

1. Кримінально-процесуальний кодекс України: станом на 1 груд. 2005 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – Київ: Парлам. вид-во, 2006. – 207 с. – (Бібліотека офіційних видань).

2. Медична статистика: зб. нормат. док. / упоряд. та голов. ред. В. М. Заболотько. – Київ: МНІАЦ мед. статистики: Медінформ, 2006. – 459 с. – (Нормативні директивні правові документи).

3. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій: СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. – Офіц. вид. – Київ: ГРІФРЕ: М-во палива та енергетики України, 2007. – VI, 74 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).

4. Україна. Верховна Рада. Кабінет Міністрів. Державний бюджет України на 1997 рік: (уточнений) / Кабінет Міністрів України. – Київ: [б. в.], 1996. - 10 с.

Електронні ресурси (дату відвідування сайту вказувати обов'язково).

1. Равшанов Я. О. Сколько стоит корпоративный ЦОД: методики расчета ТСО [Електронний ресурс] / Я. О. Равшанов// Технологии и средства связи. – 2010. – №4. – URL: <http://tssonline.ru/articles2/fix-corp/skolko-stoit-korporativnii-cod-metodiki-rascheta-tso> (дата звернення: 10.12.2015 р.).

2. Kaganski S. Selecting the right KPIs for SMEs Production with the Support of PMS and PLM [Електронний ресурс] / S. Kaganski, A. Snatkin, M. Paavel, K. Karjust, S. Peterson // International Journal of Research In Social Sciences. –2013. – Vol. 3, Issue 1. – P. 69-76. – URL: <http://archive.org/details/International Journal Of Research In Social Sciences ijrss> (07.08.2015 р.).

3. Голицына И. Н. Мобильное обучение как новая технология в образовании [Електронний ресурс] / И. Н. Голицына, Н. Л. Половникова, Ф. П. Иванов // – URL: http://library.istu.edu/bulletin/art_tech_2009_05.pdf (05.01.2010 р.).

4. Information security standards [Електронний ресурс] // – URL: <http://www.iso27001security.com> (03.05.2014 р.).

5. Національне агентство з акредитації України [Електронний ресурс] // – URL: <http://naau.org.ua> (04.05.2014 р.).