

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ, УПРАВЛІННЯ,
ПРАВА ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

методичні розробки для виконання курсової роботи

освітньо-професійна програма Інформаційні управляючі системи
спеціальність 126 Інформаційні системи та технології
галузі знань 12 Інформаційні технології
рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Полтава – 2026

Методичні розробки для виконання курсової роботи «Комп'ютерні мережі» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Інформаційні управляючі системи спеціальності 126 Інформаційні системи та технології першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Слюсар І. І., Слюсар В. І., Уткін Ю. В., Поліщук Ю. В. Полтава: ПДАУ, 2026. 48 с.

Укладачі:

Ігор СЛЮСАРЬ, к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій;

Вадим СЛЮСАР, д.т.н., професор, професор кафедри інформаційних систем та технологій;

Юрій УТКІН, к.т.н., доцент, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій;

Юлій ПОЛІЩУК, інженер електрозв'язку ТОВ «ВАК».

Затверджено кафедрою інформаційних систем та технологій
Протокол «01» вересня 2026 року № 2

Завідувач кафедри _____ Юрій УТКІН

Схвалено радою з якості вищої освіти спеціальності
«Інформаційні системи та технології»
Протокол від «01» вересня 2026 року № 1

Голова ради з якості вищої освіти спеціальності
_____ Олена КОПШИНСЬКА

© Ігор СЛЮСАРЬ
© Вадим СЛЮСАР
© Юрій УТКІН
© Юлій ПОЛІЩУК
© ПДАУ, 2026 рік

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	4
ТЕМАТИКА КУРСОВОЇ РОБОТИ	6
ПРИНЦИП ОБРАННЯ ТЕМИ КУРСОВОЇ РОБОТИ	8
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ	8
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ	12
ПОРЯДОК ЗАХИСТУ	13
КРИТЕРІЇ ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ	13
ІНФОРМАЦІЯ З ПИТАНЬ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ	14
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	18
ДОДАТОК А. ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОСНОВНОЇ ЧАСТИНИ КУРСОВОЇ РОБОТИ	20
ДОДАТОК Б. ВАРІАНТИ ПЛАНІВ ПОВЕРХУ БУДІВЛІ	41
ДОДАТОК В. ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ ЧАСТИН ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ	46

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Загальні питання щодо виконання курсових робіт регламентує [1].

Курсова робота (КР) – це самостійне комплексне дослідження, розробка або проектування, що виконується здобувачами вищої освіти (З.В.О.) з метою закріплення, поглиблення та узагальнення теоретичних і практичних знань, одержаних під час навчання, та їх застосування для вирішення конкретного фахового, наукового, інженерно-технічного завдання тощо.

Під час виконання КР З.В.О. повинен дотримуватися цінностей, принципів і правил академічної доброчесності. Якщо в КР використані результати інтелектуальної творчої діяльності іншої особи, про це має бути зазначено з посиланням на відповідне джерело інформації та/або відповідного автора. Посилання на джерело інформації здійснюється у спосіб, що дає змогу виокремити внесок автора в КР серед результатів інтелектуальної творчої діяльності інших осіб. КР повинна містити достовірну інформацію та не містити сфабрикованої чи сфальсифікованої автором інформації. У разі наведення припущень чи недоведених тверджень про це має бути зазначено в роботі. У разі використання в КР об'єкта, згенерованого ШІ, З.В.О. повинен повідомити про це із зазначенням методики генерування та/або посилання на відповідну комп'ютерну програму чи її опис згідно з вимогами щодо оформлення КР.

Тематика КР розробляється та оновлюється щонайменше на 10 % щорічно. З.В.О. мають право подавати власні пропозиції щодо тематики КР на розгляд керівника КР від відповідної кафедри. Виконання декількох КР на однакову тему в одній академічній групі не допускається.

Дана КР передбачає лише індивідуальну форму самостійної роботи. Орієнтовний обсяг КР: 20-40 сторінок основного тексту. Дана КР передбачає підсумковий контроль – під час семестрового контролю у формі захисту КР.

Метою виконання КР є закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних здобувачами вищої освіти під час вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерні мережі», та одержання відповідних практичних навичок і вмінь з питань проектування комп'ютерних мереж для розв'язання різних задач професійної діяльності.

Виконання КР забезпечує формування наступних компетентностей.

Загальні:

- здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область;

- здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмно-апаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними;

Спеціальні (фахові):

- здатність проектувати, розробляти та використовувати засоби реалізації інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій (методичні, інформаційні, алгоритмічні, технічні, програмні та інші);

– здатність оцінювати та враховувати економічні, соціальні, технологічні та екологічні фактори на всіх етапах життєвого циклу інфокомунікаційних систем;

– здатність вибору, проектування, розгортання, інтегрування, управління, адміністрування та супроводжування інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій, сервісів та інфраструктури організації;

– здатність управляти та користуватися сучасними інформаційно-комунікаційними системами та технологіями (у тому числі такими, що базуються на використанні Інтернет);

– здатність проводити заходи щодо організації робочих місць, їх технічного оснащення, розміщення комп'ютерного устаткування, використання організаційних, технічних, алгоритмічних та інших методів організаційно-управлінської діяльності.

Виконання КР спрямоване на формування наступних програмних результатів навчання:

– **проводити** системний аналіз об'єктів проектування та обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та способів передачі інформації в інформаційних системах та технологіях;

– **демонструвати** знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності;

– **обґрунтовувати** вибір технічної структури та **розробляти** відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій

– **здійснювати** системний аналіз архітектури підприємства та його ІТ-інфраструктури, проводити розроблення та вдосконалення її елементної бази і структури.

КР виконується у терміни, передбачені графіком навчального процесу. КР подається на перевірку не пізніше, ніж за два тижні (10 робочих днів) до захисту. КР завантажується на платформу LMS Moodle.

В іншому разі здобувач не допускається до їх захисту. Ліквідація академічної заборгованості у такому разі здійснюється відповідно до [2].

ТЕМАТИКА КУРСОВОЇ РОБОТИ

Запропонована тематика КР забезпечує участь З.В.О. у створенні проекту ІС, яка за своїм обсягом і змістом відповідає реальним розробкам, сучасному стану розвитку науки та засобів розробки програмного забезпечення, а також пов'язана з теоретичними та практичними задачами в галузі ІСТ. З.В.О. мають право подавати власні пропозиції щодо тематики КР на розгляд керівника КР від відповідної кафедри. Виконання декількох КР з однаковим варіантом в одній академічній групі не допускається. Тематика КР передбачає відпрацювання кількох завдань, які можна віднести до наступних етапів. Перший етап КР включає планування структурованої кабельної системи (СКС)

та розрахунок її елементів. Другий етап присвячений розробці IP-адресації підмереж, що входять до складу корпоративної комп'ютерної мережі: Третій етап проектування пов'язаний з налаштуванням комутаторів та маршрутизаторів. Виконання КР передбачає розробку та оформлення елементів її графічної частини: план прокладання кабельних трас та розміщення РМ; схема фізичної топології корпоративної комп'ютерної мережі – модель мережі, що виконана засобами програми «Packet Tracer». У Додатку А наведено приклади виконання окремих елементів основної частини КР. Вихідні дані для відпрацювання першого етапу (розрахунку СКС) визначаються відповідно до призначеного викладачем варіанту за даними табл. 1 та Додатку Б. Вихідні дані для виконання наступних етапів КР визначаються з табл. 2 та 3.

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку СКС

№ варіанту	Рисунок з планом поверху	Номера кімнат для розміщення робочих місць	№ варіанту	Рисунок з планом поверху	Номера кімнат для розміщення робочих місць
1.	Б.1	1, 2, 3, 6, 7	18.	Б.8	1, 3, 4, 5
2.	Б.2	1, 2, 3, 5, 6	19.	Б.9	3, 5, 6, 7, 8, 9, 11
3.	Б.3	1, 2, 3, 5, 7	20.	Б.10	2, 3, 5, 6, 7, 8
4.	Б.4	2, 3, 4, 5	21.	Б.6	1, 2, 3, 6, 7
5.	Б.5	1, 2, 3, 6, 7	22.	Б.7	2, 3, 6, 7
6.	Б.6	1, 2, 4, 6, 7	23.	Б.8	2, 3, 4, 6
7.	Б.7	1, 4, 5, 7	24.	Б.9	2, 4, 5, 6, 8, 10
8.	Б.8	1, 2, 3, 4, 6	25.	Б.10	3, 5, 6, 7, 8, 9
9.	Б.9	1, 3, 4, 7, 9, 10	26.	Б.1	2, 3, 6, 7
10.	Б.10	1, 2, 4, 5, 8, 10	27.	Б.2	3, 4, 5, 6
11.	Б.1	1, 3, 4, 6	28.	Б.3	1, 2, 5, 6, 7
12.	Б.2	1, 3, 4, 5	29.	Б.4	1, 2, 4, 5
13.	Б.3	1, 2, 4, 5, 6	30.	Б.5	2, 4, 6, 7
14.	Б.10	2, 5, 6, 8, 10	31.	Б.6	3, 4, 5, 6, 7
15.	Б.5	1, 3, 4, 6	32.	Б.7	1, 4, 6, 7, 8
16.	Б.6	2, 3, 4, 5, 6	33.	Б.8	1, 2, 4, 5, 6
17.	Б.7	1, 2, 5, 7, 8	34.	Б.9	2, 3, 5, 7, 8, 9, 10

Згідно варіанту плану поверху офісної будівлі, виконавець КР самостійно обирає місця розміщення персональних комп'ютерів (ПК) для 12-14 робочих місць (РМ) у відповідних приміщеннях. Варіанти кількості РМ, які планується забезпечити у головному (ГО) та віддалених офісах (ВО), вказані у відповідних стовпчиках табл. 2. У стовпчику ВО2 надана кількість ПК, що закріплені за VLAN 11, 12, 13, 14.

Після одержання вихідних даних за табл. 2, проводиться розрахунок максимальної кількості необхідних IP-адрес і префіксу вихідної IP-адреси мережі, за яким з табл. 3 визначається сама вихідна IP-адреса мережі відповідно до номеру у журналі навчальної групи З.В.О.

Таблиця 2 – Дані для визначення варіантів кількості робочих місць

№ за журналом	ГО	ВО1	ВО2	№ за журналом	ГО	ВО1	ВО2
	х	у	z		х	у	z
1.	370	750	354/820/210/105	18.	230	450	149/112/238/174
2.	190	440	480/212/68/108	19.	450	880	340/188/465/88
3.	204	690	150/140/670/420	20.	330	200	79/340/185/52
4.	102	380	38/242/155/116	21.	315	400	55/360/112/204
5.	570	450	480/390/320/180	22.	195	480	170/830/90/458
6.	170	435	110/53/226/185	23.	85	350	140/105/155/82
7.	280	380	200/280/320/140	24.	820	730	234/112/452/384
8.	455	380	240/45/390/83	25.	220	790	394/111/198/495
9.	180	720	380/220/710/110	26.	80	170	98/81/425/160
10.	90	220	243/104/175/56	27.	680	400	140/230/690/343
11.	650	780	840/205/190/97	28.	160	270	50/96/104/430
12.	240	440	168/367/120/87	29.	410	600	110/347/215/476
13.	300	540	180/160/810/380	30.	235	195	240/190/170/95
14.	390	205	196/55/100/245	31.	322	920	220/480/290/80
15.	170	330	100/360/620/140	32.	315	220	73/69/335/210
16.	105	370	180/91/220/45	33.	570	450	480/390/320/180
17.	700	370	280/230/470/340	34.	315	400	55/360/112/204

Таблиця 3 – Вихідна IP-адреса комп'ютерної мережі

№ за журналом	Префікс мережі		
	/20	/21	/22
1.	172.16.144.0	172.16.136.0	172.16.28.0
2.	172.17.64.0	172.17.8.0	172.17.116.0
3.	172.18.224.0	172.18.168.0	172.18.228.0
4.	172.19.32.0	172.19.24.0	172.19.12.0
5.	172.20.176.0	172.20.184.0	172.20.140.0
6.	172.21.80.0	172.21.40.0	172.21.244.0
7.	172.22.192.0	172.22.120.0	172.22.60.0
8.	172.23.128.0	172.23.200.0	172.23.108.0
9.	172.24. 208.0	172.24.152.0	172.24.204.0
10.	172.25.16.0	172.25.56.0	172.25.76.0
11.	172.26.240.0	172.26.216.0	172.26.132.0
12.	172.27.48.0	172.27.72.0	172.27.212.0
13.	172.28.160.0	172.28.232.0	172.28.20.0
14.	172.29.112.0	172.29.88.0	172.29.124.0
15.	172.30.96.0	172.30.248.0	172.30.196.0
16.	172.31.144.0	172.31.104.0	172.31.52.0
17.	172.16.176.0	172.16.48.0	172.16.148.0
18.	172.17.224.0	172.17.80.0	172.17.220.0
19.	172.18.208.0	172.18.112.0	172.18.84.0
20.	172.19.80.0	172.19.128.0	172.19.172.0
21.	172.20.48.0	172.20.144.0	172.20.236.0
22.	172.21.160.0	172.21.176.0	172.21.68.0
23.	172.22.112.0	172.22.160.0	172.22.156.0
24.	172.23.96.0	172.23.208.0	172.23.212.0
25.	172.24.0.0	172.24.184.0	172.24.100.0
26.	172.20.48.0	172.20.144.0	172.20.236.0
27.	172.17.64.0	172.17.8.0	172.17.116.0
28.	172.21.80.0	172.21.40.0	172.21.244.0
29.	172.16.144.0	172.16.136.0	172.16.28.0
30.	172.26.240.0	172.26.216.0	172.26.132.0
31.	172.16.144.0	172.16.136.0	172.16.28.0
32.	172.17.64.0	172.17.8.0	172.17.116.0
33.	172.18.224.0	172.18.168.0	172.18.228.0
34.	172.19.32.0	172.19.24.0	172.19.12.0

ПРИНЦИП ОБРАННЯ ТЕМИ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Тема КР формується з запропонованого вище переліку варіантів або формуються З.В.О. самостійно за погодженням з керівником. З.В.О. можуть подавати власні пропозиції щодо тематики КР на розгляд кафедри. Тема КР має бути узгоджена зі змістом дисципліни і не обмежується будь-яким іншим чином. Виконання декількох КР з однаковим варіантом в одній академічній групі не допускається. Якщо З.В.О. не може самостійно визначитись із темою КР, керівник роботи визначає її на свій розсуд. З.В.О. має обґрунтувати (пояснити) вибір теми КР усно (під час співбесіди з керівником) або письмово (подає керівникові КР мотиваційний лист у довільній формі). Обґрунтування в усній або письмовій формі дозволяє продемонструвати усвідомлений вибір З.В.О. теми для написання КР, а також забезпечує формування відповідних м'яких навичок (soft skills). Обраний варіант теми КР закріплюються завданням на КР за встановленою формою (Додаток В). КР виконана за незатвердженою темою до захисту не допускається.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

КР виконується відповідно до графіку протягом навчального семестру та КР не повинна дублювати ті результати, які було отримано в попередні роки навчання. Звіт про виконану КР завантажується на платформу LMS Moodle та реєструється на кафедрі. Він складається з двох частин. Перша частина оформлюється у вигляді пояснювальної записки (ПЗ), що має структуру:

- ТИТУЛЬНИЙ АРКУШ;
- ЗАВДАННЯ;
- ЗМІСТ;
- ВСТУП;
- РОЗДІЛ 1. Розрахунок елементів СКС;
- РОЗДІЛ 2. Розрахунок IP-адресації комп'ютерної мережі;
- РОЗДІЛ 3. Імітаційна модель комп'ютерної мережі;
- ВИСНОВКИ;
- СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ;
- ДОДАТКИ.

Всі розділи наприкінці закінчуються висновком.

За необхідністю, така структура може корегуватись за умов узгодження з керівником.

Друга частина оформлюється у вигляді підсумкового архіву (наприклад, у форматі *.zip або *.7z) та надається на перевірку за допомогою засобів LMS Moodle у встановлений викладачем термін. Цей архів містить складові:

- файл формату ПЗ Packet Tracer з моделлю проекрованої мережі;
- результати перевірки на плагіат.

У випадку, коли розмір архіву перевищує встановлені норми LMS Moodle, то з нього видаляється архів, який містить прототип проекрованої ІС.

Видалений файл (або посилання на нього) надсилається керівнику, про що З.В.О. зобов'язаний його повідомити особисто.

При виконанні КР доцільно використовувати [3-18]. Надалі наведено рекомендації щодо виконання деяких основних структурних елементів КР. Приклади оформлення окремих частин курсової роботи наведено в Додатку В.

ВСТУП. Його загальна мета – фокусування уваги на напрямку застосування інформаційних технологій, що розглядається в роботі. Для цього висвітлюється актуальність теми; визначення в рамках предметної області актуальності застосування вибраних інформаційних технологій; мета, об'єкт, предмет, методи дослідження; отриманий ефект від автоматизації визначених процесів у предметній області; опис загальної структури КР.

Основна частина КР поділяється на 3 етапи.

Перший етап проектування пов'язаний з розробкою СКС комп'ютерної мережі, що розгортається на одному з поверхів офісної будівлі:

- визначення місць розміщення робочих місць (РМ) згідно завдання;
- визначення місця розміщення телекомунікаційної шафи;
- розрахунок кількості необхідних матеріалів для створення кабельних каналів горизонтальної підсистеми СКС;
- розробка плану прокладання кабельних трас та розміщення РМ.

Даний етап проектування не впливає на інші етапи і є логічно відокремленим. План поверху будівлі для проектування СКС надається студенту згідно варіанту з Додатку Б.

В якості умов та обмежень під час відпрацювання питань даного етапу проектування є наступні положення:

- активне обладнання повинно знаходитися в шафах з використанням патч-панелей;
- комутація СКС та активного обладнання здійснюється за допомогою патч-кордів;
- відстань мережевих розеток від підлоги дорівнює 0,8 м;
- висота стелі дорівнює 3,5 м;
- товщина стін дорівнює 0,5 м;
- стіни будівлі та внутрішні перегородки побудовані з цегли і покриті штукатуркою товщиною 10 мм;
- кабельні вводи у робочі та технічні приміщення реалізовані на основі декількох металевих труб діаметром 32 мм;
- додаткових каналів у стінах і підлозі для кабельної проводки проектом будівлі не передбачено;
- у коридорах та робочих приміщеннях проектом передбачена підвісна стеля з висотою вільного простору 0,8 м;
- мережа електроживлення до складу СКС не включається і монтується окремо;
- прокладання кабелю у приміщеннях здійснюється у декоративних коробах.

Другий етап проектування присвячений розробці IP-адресації мережі з ієрархічною архітектурою. До нього входять:

- розробка схеми розподілу вихідного блоку IP-адрес;
- розрахунок IP-адресації комп'ютерної мережі, що проектується.

На третьому етапі проводиться імітаційне моделювання проектованої мережі та відпрацювання команд налаштування комутаторів та маршрутизаторів з використанням ПЗ Packet Tracer. Він передбачає:

- створення моделі комп'ютерної мережі, що проектується, у програмі Packet Tracer;
- відпрацювання команд з налаштування інтерфейсів на комутаторах та маршрутизаторах КМ;
- команди налаштування VLAN на основі комутаторів, особливості налаштування маршрутизації між VLAN;
- налаштування статичної маршрутизації у КМ, оптимізація таблиць маршрутизації за рахунок операції підсумовування маршрутів;
- визначення та виконання команд для захисту комп'ютерної мережі за допомогою списків контролю доступу;
- перевірка працездатності проектованої комп'ютерної мережі.

Другий та третій етап логічно пов'язані між собою. При виконанні вказаних етапів КР треба пам'ятати наступне. Будемо вважати, що деяка корпорація відкриває нову філію (віддалений офіс 2, BO2) та здійснює розширення мережі. Існуюча мережа складається з головного офісу (ГО) і комерційного офісу (віддалений офіс 1, BO1). На території нового офісу (BO2) будуть розміщуватися 4 групи співробітників, але у майбутньому цей офіс буде розширюватися. З цієї причини для розподілу трафіку різних груп реалізуються мережі VLAN. Такий підхід покращить продуктивність роботи та безпеку КМ. Крім того, будемо вважати, що одна з груп, що займають новий офіс – це відділ продажів. Цій групі необхідний бездротовий доступ до мережі компанії. У зв'язку з тим, що питання безпеки має велике значення, бездротова мережа повинна мати окрему VLAN. Таким чином, мережа віддаленого офісу 2 буде складатися з 4-ох VLAN (наприклад: 11, 12, 13, 14).

Варіант топології комп'ютерної мережі корпорації представлений на рис. 1. Перед початком виконання другого та третього етапів роботи необхідно вивчити запропоновану топологію мережі.

У процесі виконання другого етапу роботи кожен З.В.О. виконує завдання за своїм варіантом кількості ПК у ГО, BO1, BO2 та вихідної IP-адреси мережі. Розподіл адресного простору рекомендується здійснити за принципом утворення ієрархічних підмереж з метою подальшого підсумовування маршрутів для зменшення записів у таблицях маршрутизації. Для більш раціонального розподілу адресного простору пропонується застосувати технологію VLSM (див. Додаток А).

Під час проведення моделювання у ПЗ Packet Tracer необхідно буде виконати налаштування існуючої мережі (маршрутизаторів ГО, BO1) та побудувати мережу BO2, після чого підключити її до маршрутизатора ГО.

Обладнання мережі BO2 складається з маршрутизатора 2811, комутаторів 2960 та точки бездротового доступу (AP). Маршрутизатор BO2 буде виконувати не тільки маршрутизацію між мережами офісів, але й маршрутизацію між віртуальними мережами. Маршрутизатор ГО буде забезпечувати зв'язок інших мереж з маршрутизатором постачальника послуг Інтернету (Internet Service Provider, ISP). На маршрутизаторі ГО необхідно використовувати для зв'язку з маршрутизатором ISP статичну адресу, IP-адреса послідовного інтерфейсу якого має значення 209.165.201.1/30.

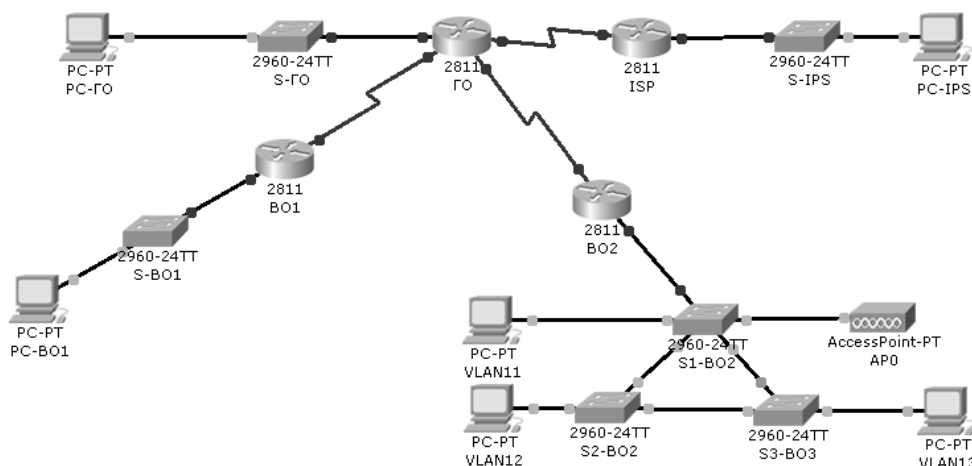


Рисунок 1 – Варіант топології комп'ютерної мережі

Під час налаштування статичної маршрутизації моделі КМ для зменшення записів у таблицях маршрутизації необхідно врахувати можливість введення маршрутів за адресами супермереж.

ВИСНОВКИ містять узагальнені висновки з усіх розділів ПЗ. Стисло зазначається: методи та засоби реалізації поставленої мети; ступінь та/або перспективи впровадження ІС; можливі напрямки вдосконалення ПЗ. Якщо З.В.О. має наукові публікації, що підтверджують результати роботи та/або їх апробацію, то про це вказується із посиланням на відповідні джерела.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ. Він укладається відповідно до [3, 16]. При цьому вказуються джерела, що використано при виконанні КР в порядку посилання на них у тексті ПЗ. Рекомендована мінімальна кількість джерел – 10. Нефундаментальні джерела бажано вибирати за останні 5-7 років.

ДОДАТКИ містять матеріали, які допомагають конкретизувати, доповнити, проілюструвати основний зміст КР.

Контроль за етапами виконання КР здійснює керівник. Для самоконтролю рекомендується використовувати чек-лист – перелік завдань, що відповідає визначеній структурі звіту з КР із зазначенням орієнтовних термінів виконання окремих елементів КР, який допоможе самостійно контролювати хід виконання КР, а також діаграму Ганта, що відображає послідовність та тривалість окремих етапів виконання КР і допомагає візуально контролювати виконання КР. Граничний термін подання КР – за два тижні (10 робочих днів) до встановленої дати захисту.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ

З.В.О. отримує завдання на КР, яке повинен оформити у друкованому вигляді (Додаток В) і подати його на перевірку та затвердження керівнику.

Сторінки КР мають наскрізну нумерацію арабськими цифрами у правому верхньому куті сторінок без крапки в кінці (шрифт: Times New Roman – 12). Першою сторінкою вважається ТИТУЛЬНИЙ АРКУШ, який включають до загальної нумерації сторінок.

ТИТУЛЬНИЙ АРКУШ, ЗАВДАННЯ, ЗМІСТ – не містять номер сторінки.

ТИТУЛЬНИЙ АРКУШ (рис. В.1) містить тему КР, місця для підпису відповідних осіб і шифр роботи, який згідно діючих стандартів формується наступним чином: КР.КМ.УУ.0ХХ-ПЗ, де УУ – дві останні цифри року розробки; 0ХХ – номер варіанту (ХХ – номер З.В.О. за списком навчальної групи); ПЗ – пояснювальна записка.

ЗАВДАННЯ (рис. В.2) повинно містити: вихідні дані, які відповідають вказаному викладачем варіанту; перелік питань, що повинні бути розроблені; перелік графічного матеріалу, терміни виконання, підписи студента, викладача.

ЗМІСТ. У ньому подаються назви структурних елементів КР та номери сторінок, на яких вони містяться.

ДОДАТКИ містять матеріали, які допомагають конкретизувати, доповнити, проілюструвати основний зміст КР. Вони позначаються послідовно великими літерами українського алфавіту за винятком літер: Г, Є, І, Й, О, Ч, Ь [3]. Кожен додаток повинен починатися з нової сторінки і мати заголовок.

Заголовки структурних частин КР друкують прописними літерами симетрично до набору. Кожна структурна частина починається з нової сторінки. Крапку в кінці заголовків не ставлять. Заголовки підрозділів друкують маленькими літерами (крім першої прописної) з абзацного відступу та проставляють нумерацію. Заголовки пунктів друкують маленькими літерами (крім першої прописної) з абзацного відступу у підбір до тексту. В кінці заголовка, надрукованого у підбір до тексту, ставиться крапка. Номер рисунку, формули, таблиці повинен складатися з номера розділу і відділеного крапкою номера в розділі, наприклад, друга формула (рисунок, таблиця) другого розділу має номер 2.2 (відповідно, в тексті ПЗ: рис. 2.2, табл. 2.2 та ін.).

ПЗ КР повинна відповідати орфографічним і стилістичним нормам сучасної технічної та літературної мови. Основні вимоги щодо набору тексту: шрифт – Times New Roman – 14; інтервал – 1,5; відступ абзацу – 1,25 см. Відступи (поля) на сторінці: зверху, знизу – 20 мм, зліва – 25 або 30 мм, справа – 10 мм. Вимоги щодо оформлення формул, рисунків, таблиць, посилань на список використаних джерел та додатків, а також приклади їх оформлення, наведені у [3]. Обсяг КР 20-40 сторінок основного тексту, кількість додатків – за потреби. Текст виконаної КР (ПЗ) оформлюється та подається в ел. та друк. вигляді. Друкована брошурована версія (формат А4) подається на кафедру, електронний варіант – завантажується до LMS Moodle.

ПОРЯДОК ЗАХИСТУ

КР призначається до захисту, якщо вона достатньою мірою розкриває визначену тему, свідчить про свідомий і самостійний підхід студента до її виконання. Допускаються несуттєві помилки у висвітленні окремих розділів КР та її оформленні. Наявні зауваження відмічаються у звіті членів комісії із захисту КР. КР повертається на доопрацювання, якщо її тема не відповідає затвердженому індивідуальному завданню, робота має суттєві помилки або встановлено факт порушення академічної доброчесності при виконанні КР. В цьому випадку, З.В.О. повинен переробити КР, керуючись зауваженнями керівника, та подати роботу повторно на перевірку. Після чого, робота допускається до захисту за умови дотримання З.В.О. встановлених термінів виконання та подання роботи (не пізніше, ніж за 2 тижні (10 робочих днів) до призначеної дати захисту).

Захист КР є заключним етапом виконання роботи. Процес захисту відбувається у формі доповіді З.В.О. та відповідей на питання. Доповідь на захисті повинна займати не більше, ніж 5-7 хв. З.В.О. повинен стисло викласти основні положення КР (мета роботи, основні результати та висновки), продемонструвати програмну реалізацію отриманих у КР рішень (за наявності). Доповідь має супроводжуватись показом презентації. Слайдів, на які немає посилань у доповіді, не повинно бути. Після доповіді З.В.О. повинен відповісти на питання комісії. Відповіді мають бути чіткими, повними й аргументованими. Оцінка виставляється за результатами захисту на основі визначених критеріїв та шкали оцінювання КР.

ЗВО, який бажає підвищити оцінку, може отримати КР для доопрацювання, якщо: (а) КР була подана на попередню перевірку у встановлений термін; (б) після перевірки КР залишається час до захисту роботи до кінця сесії. У випадку, якщо З.В.О. не погоджується з результатами захисту КР, питання вирішується згідно [2].

Оцінка виставляється за результатами захисту на основі визначених критеріїв та шкали оцінювання КР з урахуванням повноти та якості опрацювання завдання, спроможності З.В.О. захищати роботу, рівня якості оформлення ПЗ та відпрацювання програмної реалізації, а також реальності та адекватності отриманих результатів.

КРИТЕРІЇ ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Підсумкова оцінка за виконану КР виставляється, виходячи з повноти виконаного завдання, якості оформлення, обґрунтованості відповідей на запитання під час захисту, а також уміння грамотно, переконливо, логічно, повно і стисло продемонструвати результати виконаної роботи. За результатами захисту КР виставляється підсумкова оцінка. Для цього сума балів трьох складових переводиться в інтегральну оцінку згідно з шкалою оцінювання КР (табл. 4). Для нарахування балів використовуються критерії оцінювання – табл. 5.

Таблиця 4 – Шкала оцінювання КР

Бали	Оцінка ECTS	Національна шкала
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	задовільно
35-59	FX	
1-34	F	незадовільно

Таблиця 5 – Критерії оцінювання КР

№ з/п	Критерій	Максимальна кількість балів
1. Оцінка змісту курсової роботи		
1	Обґрунтування актуальності обраної теми роботи, формулювання мети, завдання, об'єкта та предмета дослідження	3
2	Відповідність змісту курсової роботи темі та затвердженому плану	3
3	Розрахунок елементів СКС	10
4	Розробка схеми фізичної топології КМ	9
5	Розрахунок IP-адресації комп'ютерної мережі	10
6	Розробка програмного коду засобів CISCO для налаштування VLAN	10
7	Науковий підхід до визначення завдань створення КМ обґрунтування та систематизація прийнятих рішень; адекватність формулювання висновків; аналіз перспектив дослідження за даною тематикою	4
2. Оцінка якості оформлення курсової роботи		
1	Відповідність оформлення СКС, специфікації обладнання, списку використаних джерел чинним вимогам і стандартам	5
2	Відповідність оформлення курсової роботи встановленим вимогам і дотримання графіка виконання	5
	Разом	10
Загальна кількість балів за виконання КР (до захисту)		59
3. Захист КР		
1	Аргументованість, лаконічність, чіткість усної доповіді	17
2	Якість презентації	8
3	Повнота та обґрунтованість висновків	8
4	Повнота та вичерпність відповідей на запитання	8
	Разом	41
Підсумкова оцінка		100

ІНФОРМАЦІЯ З ПИТАНЬ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Мета цього розділу – надати інформацію про неприпустимість академічного плагіату, несамотійного виконання завдань, інших порушень академічної доброчесності та можливі санкції за них [19-23]. Академічна доброчесність спирається на такі основні принципи: дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; ґрунтування власної діяльності на надійних і достовірних даних, що базуються на результатах досліджень та відображають сучасний стан знань із відповідних питань;

посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; надання достовірної інформації про вихідні дані, методи і методики, використані інструменти, порядок проведення і результати власних досліджень, джерела використаної інформації тощо; проведення дослідження, його виконання, інтерпретація отриманих даних, рецензування, інформування про його результати здійснюються у спосіб, що забезпечує належну якість дослідження та довіру до його результатів.

Види порушень академічної доброчесності:

- академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження та/або відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства;

- академічний саботаж – вчинення учасником освітнього процесу дій, що надають йому можливість отримати нелегітимну академічну вигоду, чи зменшити таку для інших членів академічної групи чи спільноти;

- відчуження авторства – передача автором створеного ним на замовлення або без такого замовлення, платно чи безоплатно академічного твору (його частини) іншій особі з метою подальшого оприлюднення такого академічного твору (його частини) із зазначенням як автора особи, яка не є його/її автором;

- вплив на педагогічного (науково-педагогічного) працівника у будь-якій формі (прохання, вказівка, умовляння, погрози, примушування тощо) з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання;

- надання З.В.О. під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги або створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання;

- необ'єктивне оцінювання – свідоме завищення або заниження оцінки результатів навчання З.В.О.;

- несамостійне виконання завдання – виконання навчального, конкурсного завдання, зокрема під час оцінювання результатів навчання, із залученням недозволених для використання джерел інформації, технічних засобів та/або недозвolenної допомоги іншої особи (інших осіб);

- обман – надання завідомо неправдивої інформації щодо власної освітньої (наукової, творчої) діяльності чи організації освітнього процесу;

- плагіат – оприлюднення (опублікування), повністю або частково, чужого твору під іменем особи, яка не є автором цього твору.

Існують різні різновиди плагіату:

- приписування авторства – оприлюднення твору, автором якого поряд з іншим автором (іншими авторами) зазначена особа, яка не брала участі у його створенні;

- самоплагіат – оприлюднення (частково або повністю) власних, раніше опублікованих, наукових результатів як нових наукових результатів. Не вважається самоплагіатом використання у своїх роботах текстів, графічних матеріалів із власних праць, якщо вони попередньо опубліковані з метою

висвітлення результатів досліджень;

- списування – виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання, зокрема під час оцінювання результатів навчання;

- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі або наукових дослідженнях;

- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються освітнього процесу чи наукових досліджень;

- хабарництво – надання (отримання) учасником освітнього процесу чи пропозиція щодо надання (отримання) коштів, майна, послуг, пільг чи будь-яких інших благ матеріального або нематеріального характеру з метою отримання неправомірної переваги в освітньому процесі.

Неприйнятним є використання у КР частини, сформовані (згенеровані) комп'ютерними програмами, без зазначення цього факту та методики формування (генерування) або посилання на відповідну комп'ютерну програму чи її опис, а також порушувати принципи, цінності та правила академічної доброчесності, визначені Кодексом академічної доброчесності, чинним законодавством у сфері освіти та ін.

Дотримання академічної доброчесності З.В.О. передбачає, зокрема: дотримання норм закону про авторське право і суміжні права; самотійність у виконанні навчальних завдань, крім випадків, коли їх виконання передбачає участь декількох осіб або правилами виконання відповідних завдань дозволено отримання допомоги від інших осіб, використання допоміжних матеріалів та засобів, мережі Інтернет тощо (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

Академічна доброчесність у створенні та оприлюдненні академічних творів передбачає: якщо КР містить використані тексти, розробки, наукові (науково-технічні, творчі) результати, що належать іншим особам, це має бути зазначено з посиланням на джерело їх оприлюднення або розміщення; відсутність сфабрикованої чи сфальсифікованої інформації; при використанні частин, сформованих (згенерованих) комп'ютерними програмами, цей факт має бути зазначений автором (авторами) із зазначенням методики формування (генерування) або посиланням на відповідну комп'ютерну програму чи її опис; зазначення в оприлюдненому академічному творі всіх його авторів; особа, яка не брала участі у створенні академічного твору, не може бути зазначена як автор цього академічного твору; в оприлюдненому академічному творі можуть бути зазначені інші особи, які не є його авторами, але брали участь у роботі над ним шляхом надання рекомендацій авторам, наукового консультування, виконання експериментів та/або розрахунків, літературного редагування, дизайнерського оформлення тексту та/або графічних зображень, перекладу тощо, із зазначенням інформації про характер внеску кожної з них; у разі

використання автором у КР результатів власної діяльності, які були оприлюднені раніше, він має зазначити про це.

Перевірка на плагіат. КР повинні бути перевірені на плагіат самостійно самими З.В.О., використовуючи програми, які є у відкритому доступі, крім тих, розробниками яких є фізичні або юридичні особи, зареєстровані на території держави, визнаної Верховною Радою України державою-агресором / державою-окупантом або Університетом. Факт перевірки може бути зафіксований знімком екрану (скріншотом), що на вимогу керівника додається до роботи. Рекомендовані рівні оригінальності для представлених у табл. 6.

Таблиця 6 – Рекомендовані рівні оригінальності для КР

Відсоток оригінальності авторського тексту, %	Рівень оригінальності (можливі дії)
71-100	Високий (робота допускається до захисту)
51-70	Достатній (робота потребує уваги з боку наукових керівників; допускається до захисту)
31-50	Умовний (робота потребує особливої уваги, може бути повернута для корегування з подальшою повторною перевіркою)
30 % і нижче	Низький (робота відхиляється та може бути прийнята до розгляду після докорінного перероблення з обов'язковою повторною перевіркою)

Роботи, які мають високий і достатній рівень оригінальності, аналізуються керівником кваліфікаційної роботи з урахуванням результатів перевірки програмними засобами, а також власних знань з відповідної предметної області, і за умови відсутності неправомірних запозичень у тексті, допускаються до захисту. КР, які мають умовний рівень оригінальності, передаються для аналізу на раду з якості вищої освіти спеціальності. На підставі аналізу члени ради приймають рішення щодо допуску до захисту або повернення для корегування роботи з подальшою повторною перевіркою. КР із низьким рівнем оригінальності відхиляються та можуть бути прийнятими до розгляду після докорінної переробки з обов'язковою повторною перевіркою. Для КР зберігання в документах кафедри Звітів на наявність текстових запозичень не є обов'язковим. Позитивний висновок щодо відсутності ознак плагіату для навчальних робіт зазначає керівник на титульному аркуші роботи або в листі оцінювання. Академічна відповідальність. Порядок виявлення та встановлення фактів порушення суб'єктами академічної діяльності академічної доброчесності визначається локальними нормативними документами Університету, що розроблені на основі вимог законодавства у сфері освіти [19-23]. Особа притягується до академічної відповідальності виключно у разі встановлення факту порушення нею академічної доброчесності в порядку, визначеному законодавством та/або локальними нормативними документами Університету.

За порушення академічної доброчесності до З.В.О. Університету можуть бути застосовані різні види санкцій, зокрема: повторне виконання завдання;

позбавлення права брати участь у конкурсах на отримання іменних стипендій, грантів; позбавлення права брати участь у конкурсах, що їх проводить Університет для добору учасників академічної мобільності; позбавлення наданих Університетом пільг з оплати навчання; повідомлення суб'єкта, який здійснює фінансування навчання, потенційних роботодавців, батьків здобувача вищої освіти про вчинене порушення; виключення з рейтингу претендентів на отримання академічної стипендії; позбавлення стипендії; відрахування з Університету (крім осіб з особливими освітніми потребами).

У разі незгоди із рішенням щодо повернення роботи на доопрацювання або її недопуску до захисту, З.В.О. має право на наступний робочий день після його отримання подати письмову заяву на ім'я голови комісії з академічної доброчесності. Виключення З.В.О. з рейтингу претендентів на отримання академічної стипендії або нарахування штрафних балів у такому рейтингу може призначати комісія з академічної доброчесності.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Положення про організацію самостійної роботи здобувачів вищої освіти Полтавського державного аграрного університету.

2. Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в Полтавському державному аграрному університеті.

3. Копішинська О.П., Уткін Ю.В., Дивнич О.Д. Методичні рекомендації щодо виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньою програмою Інформаційні управляючі системи спеціальності 126 Інформаційні системи та технології галузі знань 12 Інформаційні технології першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (2023 рік набору). Полтава: ПДАУ, 2023. 64 с.

4. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Кн. 1. Навч. посібн. Рек. МОН України. Львів: ПП Магнолія 2006", 2026. 256 с. ISBN 978-617-574-087-3.

5. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Кн. 2. Навч. посібн. Рек. МОН України. Львів: ПП Магнолія 2006", 2026. 328 с. ISBN 978-617-574-087-3.

6. Буров Є.В. Комп'ютерні мережі. Підруч. Навч. посібн. Рек. МОН України. Львів: ПП "Магнолія 2006", 2026. 262 с. ISBN 966-8340-69-8.

7. Буров Є.В., Митник М.М. Комп'ютерні мережі. Том 1. Підруч. Львів: ПП "Магнолія 2006", 2026. 333 с. ISBN 978-617-574-121-4.

8. Буров Є.В., Митник М.М. Комп'ютерні мережі. Том 2. Підруч. Львів: ПП "Магнолія 2006", 2026. 204 с. ISBN 978-617-574-121-4.

9. Баженов В.А., Венгерський П.С., Гарвона В.С. та ін. Інформатика. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: підруч. 7-ме вид. Київ: Каравела, 2023. 495 с.

10. Чернега В., Платнер Б. Безпроводні локальні комп'ютерні мережі: навч. посібн. Київ: Кондор, 2024. 238 с.

11. Катренко Л.А., Катренко А.В. Охорона праці в галузі комп'ютерингу: підручн. Львів: Магнолія 2006, 2025. 543 с.
12. Peterson L. Computer Networks: A Systems Approach (6th edition). M. Kaufmann, 2021. 848 p.
13. Слюсарь І.І., Поліщук Ю.В., Копішинська О.П., Уткін Ю.В. Реалізація MultiWAN та його маршрутизація за допомогою Mikrotik RouterOS. URL: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/8772>.
14. Cisco Networking Academy. URL: <https://www.netacad.com>
15. MikroTik Academy. URL: <https://mikrotik.com/training/academy>
16. ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».
17. Prometheus: каталог курсів. URL: <https://prometheus.org.ua/courses-catalog/it>.
18. Coursera. URL: <https://www.coursera.org/>
19. Закон України «Про авторське право і суміжні права». Відомості Верховної Ради (ВВР), 2023, № 57, С. 166.
20. Кодекс академічної доброчесності Полтавського державного аграрного університету. ПДАУ, 2024.
21. Порядок перевірки академічних текстів на наявність текстових запозичень у Полтавському державному аграрному університеті, 2025.
22. Положення про комісію з академічної доброчесності у Полтавському державному аграрному університеті, 2022.
23. Правила використання систем штучного інтелекту в освітньому процесі Полтавського державного аграрного університету, 2026.

ДОДАТОК А
ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОСНОВНОЇ ЧАСТИНИ
КУРСОВОЇ РОБОТИ

РОЗДІЛ 1. РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ СКС

1.1 Вихідні дані для розрахунку структурованої кабельної системи

Згідно завдання першим етапом проектування є розрахунок СКС комп'ютерної мережі, що розгортається на одному з поверхів офісної будівлі. План поверху офісної будівлі за варіантом № 1 представлений на рис. 1.1.

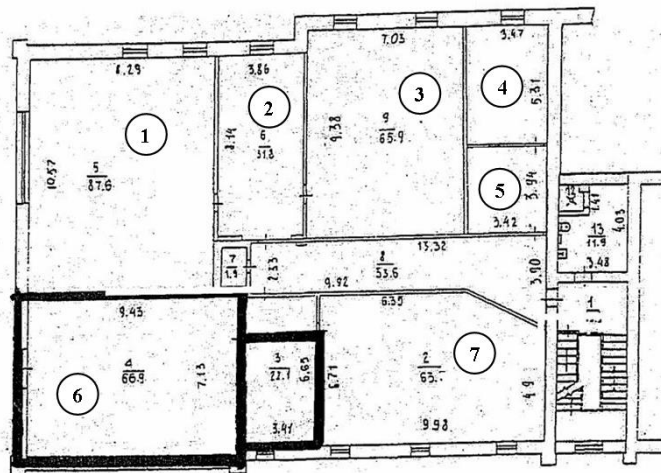


Рисунок 1.1 – План поверху офісної будівлі за варіантом № 1

В якості умов та обмежень під час відпрацювання даного етапу проектування будемо вважати наступні:

- активне обладнання повинно знаходитися в шафах з використанням патч-панелей;
- комутація СКС та активного обладнання здійснюється за допомогою патч-кордів;
- відстань мережевих розеток від підлоги складає 0,8 м;
- висота стелі 3,5 м;
- товщина стін 0,5 м;
- стіни будівлі та внутрішні перегородки побудовані з цегли і покриті штукатуркою товщиною 10 мм;
- кабельні вводи у робочі та технічні приміщення реалізовані на основі декількох металевих труб діаметром 32 мм;
- додаткових каналів у стінах і підлозі для кабельної проводки проектом будівлі не передбачено;
- у коридорах та робочих приміщеннях проектом передбачена підвісна стеля з висотою вільного простору 0,8 м;
- мережа електроживлення до складу СКС не включається і монтується окремо;
- прокладання кабелю у приміщеннях здійснюється у декоративних коробах.

1.2 Визначення локації розміщення робочих місць

Згідно індивідуального варіанту, з табл. 1 запропоновано обрати робочі місця, що будуть обладнані персональними комп'ютерами у кімнатах 1 та 7. Слід зауважити, що при організації робочих місць з ПК треба пам'ятати такі основні правила:

- у приміщенні, де працюють декілька людей, відстань між комп'ютерами повинна бути не менш ніж 2 м, у жодному разі не можна ставити комп'ютери навпроти один одного;
- встановлювати монітор бажано в куті кімнати або розгорнути його задньою панеллю до стіни;
- під час роботи з метою профілактики „комп'ютерного зорового синдрому” відстань до екрана монітора повинна бути не менш ніж 70 см;
- робоче місце повинне бути комфортним і досить освітлено, світлове поле рівномірне розподілене по всій площі робочого простору, промені світла не повинні попадати прямо в очі.

З урахуванням вищесказаного визначимо розташування робочих місць і на плані поверху та визначимо точки розміщення мережевих розеток з використанням стандартних позначень (рис. 1.2).

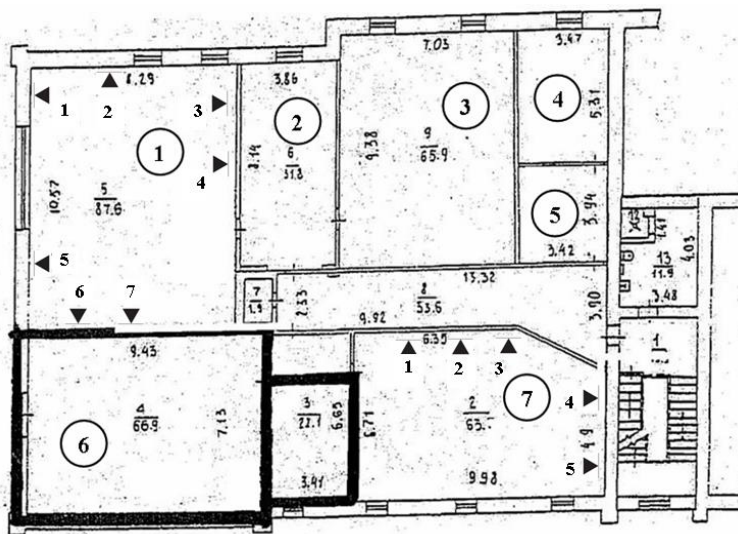


Рисунок 1.2 – План поверху офісної будівлі з зазначенням місць розміщення мережевих розеток

Як показано на рис. 1.2 були обрані місця розміщення 12 мережевих розеток (робочих місць): 7 у першій та 5 у сьомій кімнатах.

1.3 Визначення місця розміщення телекомунікаційної шафи

Оскільки в сучасних локальних мережах застосовується технологія Ethernet [3, 4], то єдиним обмеженням при виборі місць розміщення ТШ є відстань від комутаційного обладнання до самого віддаленого вузла мережі.

Наприклад, у стандарті 100Base-TX на основі неекранованої витії пари 5 категорії довжина одного сегменту кабелю не повинна перевищувати 100 м. Враховуючи це обмеження, доцільно ТШ розмістити таким чином, щоб відстань до всіх вузлів мережі поверху була якомога меншою, тобто, у нашому випадку, ближче до центру поверху (рис. 1.3).

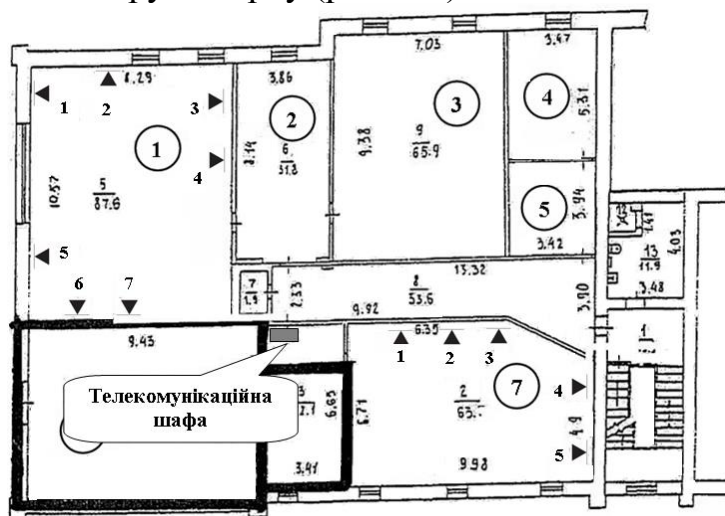


Рисунок 1.3 – Варіант розміщення телекомунікаційної шафи

Для економії коштів використаємо одну телекомунікаційну шафу на 12 дюймів. Мережу будемо будувати на основі кабелю типу неекранованої витії пари 5 категорії (UTP CAT5e).

1.4 Розробка плану прокладання кабельних трас та розміщення робочих місць

Розробка плану прокладання кабельних трас та розміщення робочих місць виконується згідно з вимогами діючих стандартів щодо оформлення технічної та конструкторської документації. Воно виконується комп'ютерним способом на аркуші формату, який вказується викладачем.

1.5 Розрахунок кількості необхідних матеріалів для створення кабельних каналів горизонтальної підсистеми СКС

Як неодноразово відзначено, основним стандартом побудови ЛКМ є Ethernet у різних варіантах. Використання для горизонтальної підсистеми елементної бази категорії 5е забезпечує передачу по трактах СКС сигналів всіх широко розповсюджених на практиці різновидів даного мережевого інтерфейсу, навіть Gigabit Ethernet. Таким чином, запропоноване рішення забезпечить резерв пропускної здатності горизонтальних трактів СКС і є достатнім для підтримки функціонування всіх відомих програмних додатків. Комп'ютерна мережа не призначена для передачі конфіденційної інформації, тому СКС будується на основі більш дешевої і менш складної у практичній

реалізації неекранованої елементної бази.

Для прокладки горизонтальних і вертикальних кабелів СКС передбачимо використання наступних різновидів каналів:

- закриті металеві лотки за підвісною стелею – для горизонтальної проводки поверху у коридорах;
- декоративні коробки у приміщеннях робочих груп;
- закладні трубки типу гільз діаметром 32 мм, через які здійснюється введення кабелів за підвісну стелю робочих приміщень користувачів горизонтальних кабелів, що виходять з лотка у коридорі;
- вертикальні трубчаті елементи типу рукавів діаметром 80 мм, що виконують функції каналів стояка і використовуються для прокладки ними кабелів вертикальної проводки.

Лотки мають бути розташовані за підвісною стелею на висоті 3 м від підлоги і закріплені через кожні 1,5 м. Кабельні коробки в робочих приміщеннях повинні бути розташовані на висоті встановлення мережевих розеток з одним вертикальним спуском з підвісної стелі.

Підключення комп'ютера користувача здійснюється до мережевої (інформаційної) розетки, що закріплюється на висоті 0,8 м від підлоги. Тип мережевої розетки визначається з урахуванням вимог до пропускної здатності, конфігурації робочого місця і обраного способу закріплення. Наприклад, можна застосувати одиночні модулі категорії 5е типу Legrand Mosaic RJ45 CAT 5e UTP. Дані про кількість розеток у кожному приміщенні та відстань до ТШ наведені у табл. 1.1.

Процес проектування горизонтальної підсистеми полягає у розрахунку необхідного об'єму поставки кабелю. Горизонтальна підсистема СКС будується на основі неекранованих 4-парних кабелів категорії 5е. З даних, що наведені у табл. 1.1, визначимо необхідну довжину кабелю.

Таблиця 1.1 – Відстань робочого місця від телекомунікаційної шафи

Приміщення	№ роб. місця	Кількість розеток	Довжина кабелю до ТШ, м
1	1.1	1	28
1	1.2	1	23,5
1	1.3	1	17
1	1.4	1	15
1	1.5	1	17,5
1	1.6	1	14
1	1.7	1	12
7	7.1	1	11,5
7	7.2	1	14
7	7.3	1	16
7	7.4	1	21
7	7.5	1	24
Всього		12	213,5

Для зручності розрахунків загальної довжини кабелю доцільно скористатись програмою Microsoft Excel. Для цього достатньо скопіювати

стовпчик з даними про довжину кабелю до ТШ та виконати функцію «СУММ». В нашому випадку для приміщень 4 та 7 загальна довжина кабелю дорівнює 213,5 м. З урахуванням технологічного 10 % запасу та кабелю, що необхідний для виготовлення патч-кордів для підключення кожного ПК, загальна довжина кабелю становитиме:

$$l_{av} = 213,5 \cdot 1,1 + 2 \cdot 12 = 258,9.$$

Середня довжина кабелю із розрахунку на кожне робоче місце буде становити:

$$258,9/12 = 21,6 \approx 22 \text{ м.}$$

Тепер розрахуємо можливу кількість відрізків кабелю довжиною 22 м, яку можна отримати з однієї бухти кабелю довжиною 305 м (L_{cb}):

$$N_{cr} = \frac{L_{cb}}{L_{av}} = \frac{305}{22} = 13,86.$$

Результат округляємо вниз до найближчого цілого і отримуємо 13. Оскільки в кімнатах № 1 і № 7 є 12 РМ, то для забезпечення прокладання кабелю в межах горизонтальної підсистеми в нашому випадку достатньо однієї бухти кабелю довжиною 305 м.

Якщо б кількість робочих місць перевищувала би 13, наприклад, кількість РМ у кімнатах складала б 45, то для визначення кількості бухт кабелю необхідно було б поділити загальну кількість РМ на всьому поверсі на кількість відрізків кабелю, що отримуємо з однієї бухти, а результат округлити до найближчого цілого вгору:

$$\frac{45}{13} = 3,46 \approx 4.$$

Тепер розрахуємо довжину декоративного та металевих коробів, що необхідні для прокладки кабелю в робочих приміщеннях та у стелі відповідно до вимог замовника. Треба зауважити, що дані розрахунки доцільно робити після розробки плану прокладання кабельних трас (див. п. 1.4). Для цього необхідно врахувати довжину коробу по периметру та в місцях спуску зі стелі висотою в 2,2 м (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Результати розрахунків довжин декоративного та металевих коробів

Приміщення	Тип коробу	Довжина коробу, м	
		на спусках	за периметром
1	декоративний	4,4	25
	металевий	-	7
7	декоративний	2,2	12,5
	металевий	-	5

Узагальненні результати розрахунку підсистеми СКС в межах одного поверху офісної будівлі приведені у табл. 1.3.

З врахування розміщення дверей та розміщення розеток у приміщенні 1 доцільно зробити два спуски декоративного коробу, у приміщенні 7 достатньо

буде одного спуска. Для прокладання кабелю через стіни між приміщеннями знадобиться три закладні трубки типу гільз діаметром 32 мм.

Таблиця 1.3 – Елементи горизонтальної підсистеми СКС

№ з/п	Назва елементу СКС, одиниці виміру	Кількість
1.	Телекомунікаційна шафа на 12 дюймів	1
2.	Розетки, шт.	12
3.	Роз'єми, шт.	36
4.	Кабель UTP CAT5e, м/кількість бухт	259/1
5.	Кабельний короб декоративний, м	45
6.	Кабельний короб металевий, м	12
7.	Закладні трубки (32 мм), шт.	3

Таким чином за результатами табл. 1.2 загальна довжина декоративного коробу складає 44,1 (45) м, металевого – 12 м.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК ІР-АДРЕСАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ, ЩО ПРОЕКТУЄТЬСЯ

2.1 Визначення вихідної ІР-адреси комп'ютерної мережі

Згідно з варіантом завдання, маємо у мережі головного офісу (ГО) корпорації 78 РМ, у мережі комерційного офісу ВО1 – 190. На території нового офісу ВО2 будуть розміщуватися чотири групи співробітників, в яких працюють 18; 60; 112; 35 користувачів відповідно. Мережа віддаленого офісу 2 буде складатися з 4-ох мереж VLAN. ІР-адреса послідовного інтерфейсу маршрутизатора постачальника послуг Інтернет – 209.165.201.1/30.

Визначимо розмір блоку ІР-адрес, необхідний для організації комп'ютерної мережі в межах корпорації. Для цього для кожного офісу визначимо таку кількість РМ, що буде дорівнювати мінімальній ступені двійки. При цьому потрібно врахувати, що 2 ІР-адреси в кожному блоці будуть зарезервовані як службові і не можуть бути призначені вузлам, а також одна ІР-адреса в кожній підмережі має бути призначена інтерфейсу маршрутизатора. Таким чином повинна виконуватись умова, що кількість користувачів у офісі (відділі) повинна дорівнювати або бути меншою за $2^n - 3$. Результати записуються до табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Визначення розміру блоків МПЗД

Область мережі	Число користувачів/ ІР-адрес	Мінімальна ступінь числа 2/ Розмір блоку МПЗД	Число ІР-адрес, які можуть бути надані користувачам
Мережа головного офісу (ГО)	89	7 – 128 адрес	125
Мережа ВО1	190	8 – 256 адрес	253
Канал зв'язку між мережами ГО і ВО1	2	2 – 4 адреси	
Мережа ВО2/ мережі VLAN			
Мережа VLAN11 (відділ 1)	35	5 – 64 адреси	61
Мережа VLAN12 (відділ 2)	58	6 – 64 адрес	61
Мережа VLAN13 (відділ 3)	112	7 – 128 адрес	125
Мережа VLAN14 (відділ продаж)	42	6 – 64 адреси	61
Канал зв'язку між мережами ГО і ВО2	2	2 – 4 адреси	
Загальна кількість користувачів	526		
Загальна кількість блоків VLSM		8 блоків, 712 адрес	

За результатами табл. 2.1 визначимо префікс вихідної ІР-адреси. Оскільки загальна кількість ІР-адрес складає 712, а найближче більше за 712 число, що складає ступінь числа 2 дорівнює 1024, то префікс вихідної ІР-адреси мережі буде дорівнювати $32 - 10 = 22$. За номером журналу визначаємо ІР-адресу – 172.16.4.0/22.

2.2 Розрахунок IP-адресації комп'ютерної мережі

2.2.1 Розробка схеми розподілу вихідного блоку IP-адрес

Вихідна IP-адреса адресного простору 172.16.4.0/22. При проведенні розрахунку IP-адресації комп'ютерної мережі будемо керуватись стратегією утворення комп'ютерної мережі з ієрархічною топологією [2]. Для цього розробимо схему розподілу вихідного адресного простору на блоки. При розробці схеми ділення вихідного адресного простору на блоки будемо виконувати таким чином, щоб забезпечити необхідні розміри блоків МПЗД, які були розраховані у п. 2.1 (див. табл. 2.1). В нашому випадку доцільно використати схему розподілу вихідного адресного простору на блоки, що зображена на рис. 2.1.

На схемі розподілу вихідного блоку IP-адрес жирним шрифтом відзначені блоки, адреси яких планується використовувати для забезпечення адресації у підмережах ГО, BO1 та BO2 (VLAN 11-14), а також резервні блоки, які не були використані зараз і можуть бути корисні для подальшого розширення комп'ютерної мережі.

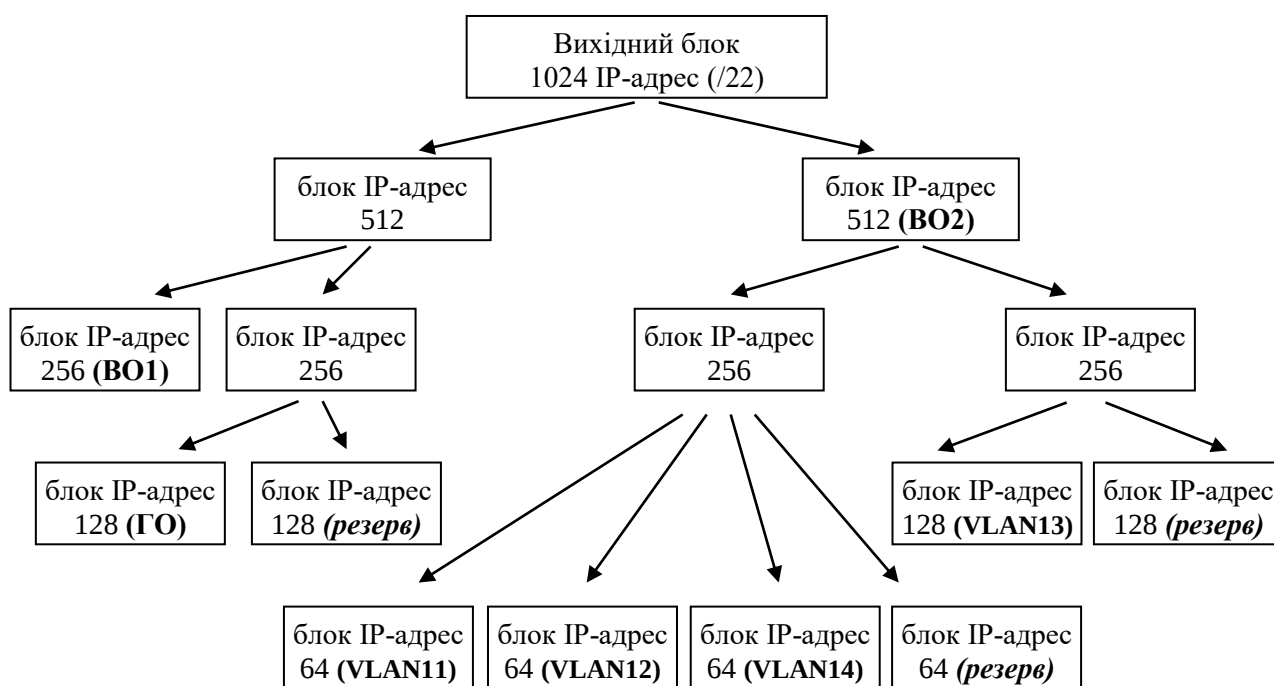


Рисунок 2.1 – Схема розподілу вихідного блоку IP-адрес

2.2.2 Розрахунок IP-адресації комп'ютерної мережі, що проектується

За розробленою нами схемою розподілу вихідного блоку IP-адрес (див. рис. 2.1) проведемо розрахунок комп'ютерної мережі. Для цього визначимо адреси підмереж усіх блоків схеми розподілу, а для тих блоків, які будемо використовувати для ГО, BO1 та VLAN, крім адреси підмережі визначимо адресу широкомовної розсилки та діапазон доступних адрес.

Слід зауважити, що всі розрахунки з IP-адресами доцільно проводити у двійковому вигляді. Перепишемо вихідну IP-адресу 172.16.4.0/22 у двійковому коді, а вертикальною рисою позначимо границю маски для префіксу 22:

10101100.00010000.000001|00.00000000

Границя маски для префіксу 22 знаходиться між 22 та 23 бітом (у третьому байті). Оскільки при подальшому розподілі вихідного адресного простору біти, що відповідають адресі мережі, будуть залишатись незмінними, то для зручності подальших розрахунків перший та другий байт вихідної IP-адреси можна не перетворювати у двійковий код. З врахуванням цього запишемо:

172.16.000001|00.00000000

На першому етапі згідно схеми розподілу (див. рис. 2.1) вихідна IP-адреса 172.16.4.0/22 повинна бути розбита на два блоки. Принцип такого розподілу показано на рис. 2.2. Так як $2^1 = 2$ то знадобиться 1 біт, щоб ідентифікувати кожен з двох нових підмереж. Префікс нових підмереж отримаємо, якщо додаємо до початкового префіксу кількість бітів, що змінювалися для одержання нових підмереж, тобто у нашому випадку $22 + 1 = 23$. На рис. 2.2. суцільною лінією зазначена границя початкової маски, що має мережевий префікс /22, пунктирною лінією – границя маски з префіксом /23.

172.16.000001	0	0.00000000	→ 172.16.4.0/22
172.16.000001	0	0.00000000	→ 172.16.4.0/23
172.16.000001	1	0.00000000	→ 172.16.6.0/23

Рисунок 2.2 – Розподіл вихідного блоку IP-адрес на два блоки

Утворення нових підмереж здійснюється шляхом перебору всіх можливих комбінацій зміни бітів між границями масок вихідної та нової IP-адрес, тобто комбінацій зміни бітів між суцільною та пунктирною лінією (див. рис. 2.2). В даному випадку це 23 біт (відзначений жирним шрифтом), змінюючи який отримуємо дві нових адреси:

172.16.000001**0**0.00000000 → 172.16.4.0/23
 172.16.000001**1**0.00000000 → 172.16.6.0/23

Таким чином, отримали дві нових адреси: 172.16.4.0/23 і 172.16.6.0/23.

Першому блоку із 512-ти IP-адрес (рис. 2.1) надаємо адресу 172.16.4.0/23, другому блоку із 512-ти IP-адрес – 172.16.6.0/23.

У даному прикладі, коли необхідно було поділити адресний простір на два, для визначення підмереж був задіяний 1 біт між границями, які встановлюються масками (префіксом) підмереж. Аналогічно, для ділення адресного простору на чотири блоки необхідно задіяти 2 біти, для ділення на вісім – 3 біти і т. д.

За аналогією з розглянутим прикладом визначимо IP-адреси інших блоків.

Виконаємо ділення першого блоку із 512-ти IP-адрес (172.16.4.0/23) на два блоки, що містять в собі 256 IP-адреси:

172.16.00000100.00000000 – 172.16.4.0/23



172.16.00000100.00000000 → 172.16.4.0/24

172.16.00000101.00000000 → 172.16.5.0/24

Адресу 172.16.4.0/24 використаємо для адресації вузлів підмережі BO1. Другу отриману адресу 172.16.5.0/24, згідно схеми, треба поділи на два блоки із 128 IP-адрес:

172.16.00000101.00000000 → 172.16.5.0/24



172.16.00000101.00000000 → 172.16.5.0/25

172.16.00000101.10000000 → 172.16.5.128/25

Перший з отриманих блоків з адресою 172.16.5.0/25 використаємо для забезпечення IP-адресами головного офісу. Другий блок із 128 IP-адрес залишається резервним.

Виконаємо ділення другого блоку із 512 IP-адрес. Згідно схеми розподілу спочатку виконаємо ділення на два блоки з 256-ю IP-адресами:

172.16.00000110.00000000 – 172.16.6.0/23



172.16.00000110.00000000 → 172.16.6.0/24

172.16.00000111.00000000 → 172.16.7.0/24

Далі, поділимо перший блок з адресою 172.16.6.0/24 на чотири і, таким чином, отримаємо адреси 11-ї, 12-ї та 14-ї віртуальних мереж BO2:

172.16.00000110.00000000 – 172.16.6.0/24



172.16.00000110.00000000 → 172.16.6.0/26

172.16.00000110.01000000 → 172.16.6.64/26

172.16.00000110.10000000 → 172.16.6.128/26

172.16.00000110.11000000 → 172.16.6.192/26

Перші три з отриманих адрес надаємо вказаним віртуальним мережам. Останній блок буде резервним.

Тепер виконаємо ділення другого блоку із 256 IP-адрес на два блоки:

172.16.00000111.00000000 – 172.16.7.0/24



172.16.00000111.00000000 → 172.16.7.0/25

172.16.00000111.10000000 → 172.16.7.128/25

Блок з адресою 172.16.7.0/25 надаємо 13-ій віртуальній мережі BO2. Інший блок з адресою 172.16.7.128/25 залишається резервним.

З врахуванням виконаних розрахунків оновимо схему розподілу вихідного блоку IP-адрес (рис. 2.3). Тепер для адрес ГО, BO1 та VLAN 11 – 14 (BO2) визначимо відповідні їм адреси ширококомовної розсилки та діапазони доступних адрес. Для головного офісу була призначена адреса 172.16.5.0/25. Розрахуємо адресу ширококомовної розсилки. Для цього всі біти, що використовуються для адресації вузлів у підмережі замінимо на одиниці і отримаємо:

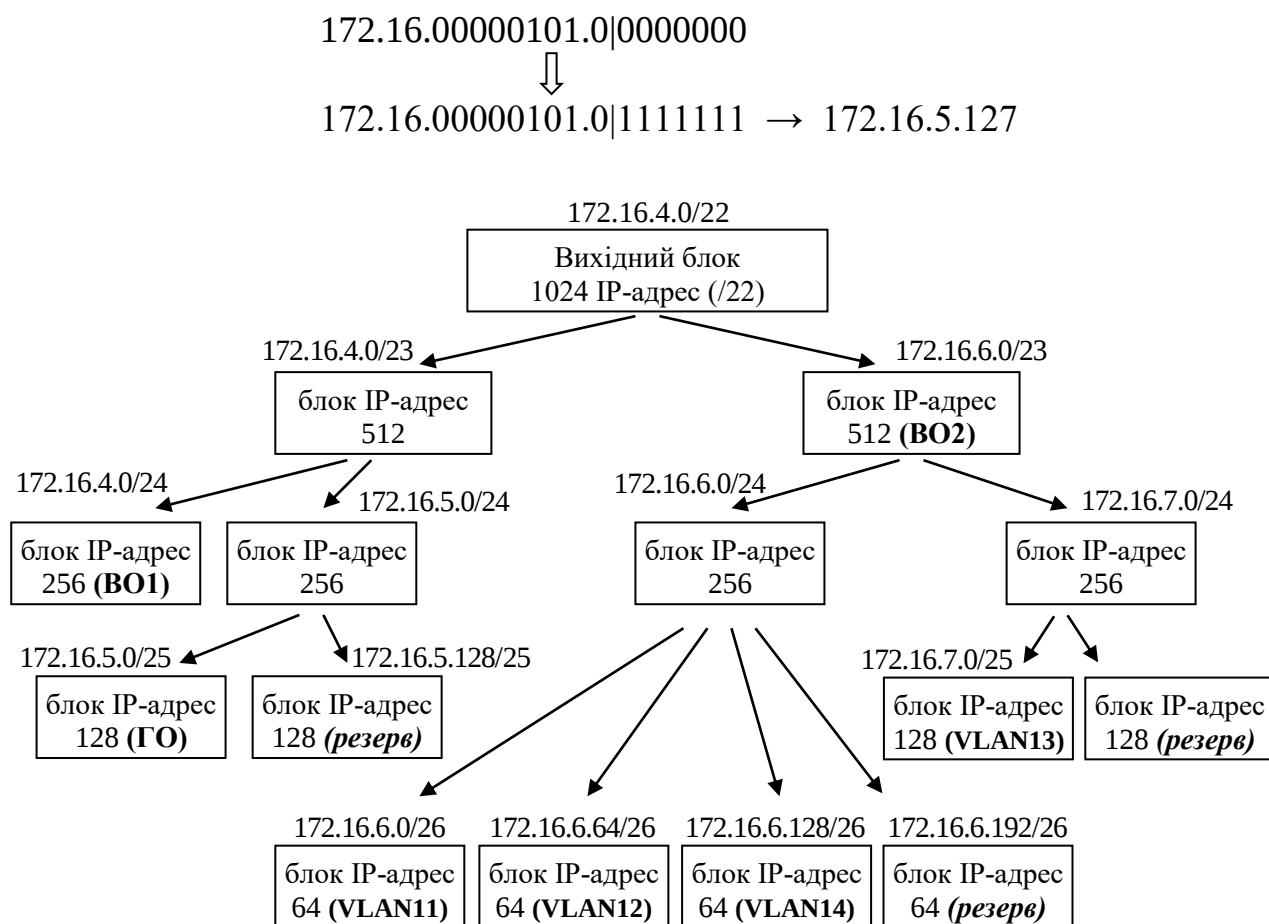


Рисунок 2.3 – Схема IP-адресації проектованої комп'ютерної мережі

Розрахуємо діапазон доступних адрес для підмережі ГО. Діапазон доступних адрес обмежений двома адресами – адресою підмережі та адресою ширококомовної розсилки. Тобто для визначення першої доступної адреси (для адресації вузлів у підмережі) необхідно до адреси підмережі додати 1:

$$\begin{array}{r}
 172.16.00000101.0|0000000 \\
 \hline
 + 1 \\
 \hline
 172.16.00000101.0|0000001 \rightarrow 172.16.5.1
 \end{array}$$

Для визначення останньої доступної адреси необхідно від адреси ширококомовної розсилки відняти 1:

$$\begin{array}{r}
 172.16.00000101.0|1111111 \\
 \hline
 - 1 \\
 \hline
 172.16.00000101.0|1111110 \rightarrow 172.16.5.126
 \end{array}$$

За аналогією для підмережі BO1 (172.16.4.0/24) адреса ширококомовної розсилки прийме значення:

$$\begin{array}{r}
 172.16.00000100|.00000000 \\
 \hline
 \Downarrow \\
 172.16.00000100|.11111111 \rightarrow 172.16.4.255
 \end{array}$$

Тоді, діапазон доступних адрес для BO1 буде дорівнювати 172.16.4.1 – 172.16.4.254.

Аналогічним чином проведемо розрахунки для підмереж BO2.

Для підмережі VLAN11 (172.16.6.0/26) адреса широкомовної розсилки прийме значення:

172.16.00000110.00|000000



172.16.00000110.00|111111 → 172.16.6.63

Діапазон доступних адрес для підмережі VLAN11 прийме значення

172.16.6.1 – 172.16.6.62.

Для підмережі VLAN12 (172.16.6.64/26) адреса широкомовної розсилки прийме значення:

172.16.00000110.01|000000



172.16.00000110.01|111111 → 172.16.6.127

Діапазон доступних адрес для підмережі VLAN12 прийме значення

172.16.6.65 – 172.16.6.126.

Для підмережі VLAN13 (172.16.7.0/25) адреса широкомовної розсилки прийме значення:

172.16.00000111.0|0000000



172.16.00000111.0|111111 → 172.16.7.127

Діапазон доступних адрес для підмережі VLAN13 прийме значення

172.16.7.1 – 172.16.7.127.

Для підмережі VLAN14 (172.16.6.128/26) адреса широкомовної розсилки прийме значення:

172.16.00000110.10|000000



172.16.00000110.10|111111 → 172.16.6.191

Діапазон доступних адрес для підмережі VLAN14 прийме значення

172.16.6.129 – 172.16.6.190.

Проведемо розрахунок IP-адрес для каналів зв'язку між мережею головного офісу та мережами віддалених офісів. Для каналу зв'язку між мережею ГО і BO1 виділимо IP-адреси з блоку резервних 128 адрес (172.16.5.128/25). Оскільки для каналу зв'язку необхідно тільки 2 IP-адреси для адресації інтерфейсів маршрутизаторів ГО і BO1, то враховуючи дві додаткові зарезервовані адреси для адресації вузлів необхідно задіяти останні два біти виділеної IP-адреси, а префікс у такій мережі буде дорівнювати $32 - 2 = 30$. З врахуванням сказаного адреса мережі для каналу зв'язку між мережею ГО і BO1 прийме значення:

172.16.00000101.100000|00 → 172.16.5.128/30

Адреса широкомовної розсилки для каналу зв'язку між ГО і BO1 прийме значення:

172.16.00000101.100000|00



172.16.00000101.100000|11 → 172.16.5.131

Діапазон доступних адрес для каналу зв'язку між ГО і BO1 прийме значення

172.16.5.129 – 172.16.5.130.

За аналогією проведемо розрахунок IP-адресації для каналу зв'язку між мережею ГО і BO2. Для цього виділимо IP-адреси з блоку резервних 128 адрес мережі BO2 (172.16.7.128/25). Адреса підмережі каналу зв'язку ГО–BO2 прийме значення:

172.16.00000111.100000|00 → 172.16.7.128/30

Адреса широкомовної розсилки для каналу зв'язку між ГО і BO2 прийме значення:

172.16.00000111.100000|00



172.16.00000111.100000|11 → 172.16.7.131

Діапазон доступних адрес для каналу зв'язку між ГО і BO2 прийме значення

172.16.7.129 – 172.16.7.130.

Зведені результати розрахунків IP-адресації комп'ютерної мережі, що проектується представлені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – IP-адресація у комп'ютерній мережі, що проектується

Область мережі	Адреса підмережі	Діапазон доступних адрес	Адреса широкомовної розсилки
Мережа ГО	172.16.5.0/25	172.16.5.1 – 172.16.5.126	172.16.5.127
Мережа BO1	172.16.4.0/24	172.16.4.1 – 172.16.4.254	172.16.4.255
Канал зв'язку між ГО і BO1	172.16.5.128/30	172.16.5.129 – 172.16.5.130	172.16.5.131
VLAN11	172.16.6.0/26	172.16.6.1 – 172.16.6.62	172.16.6.63
VLAN12	172.16.6.64/26	172.16.6.65 – 172.16.6.126	172.16.6.127
VLAN13	172.16.7.0/25	172.16.7.1 – 172.16.7.127	172.16.7.127
VLAN14	172.16.6.128/26	172.16.6.129 – 172.16.6.190	172.16.6.191
Канал зв'язку між ГО і BO2	172.16.7.128/30	172.16.7.129 – 172.16.7.130	172.16.7.131

РОЗДІЛ 3.

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАСТРОЙКИ ТА РОБОТИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ, ЩО ПРОЕКТУЄТЬСЯ

3.1. Розробка моделі комп'ютерної мережі, що проектується, у програмі Packet Tracer

Використовуючи результати розрахунків схеми IP-адресації з ієрархічним утворенням підмереж та масками підмережі змінної довжини (див. табл. 2.2), створимо імітаційну модель комп'ютерної мережі у програмі Packet Tracer.

В якості мережевого обладнання використаємо маршрутизатори 2811, комутатори 2960 та точку бездротового доступу. Загальний вигляд імітаційної моделі комп'ютерної мережі у програмі Packet Tracer представлено на рис. 3.1. Як видно з рис. 3.1, така топологія моделі дозволить провести імітацію обміну пакетами у комп'ютерній мережі між локальними мережами ГО, BO1, BO2, а також дослідити коректну роботу віртуальних локальних мереж BO2.

Під час розробки моделі комп'ютерної мережі була виконана налаштування маршрутизаторів віддаленого офісу 1 (BO1), головного офісу (ГО), віддаленого офісу 2 (BO2). Для поділу відділів користувачів і бездротових користувачів в мережі BO2, шляхом відповідного налаштування комутаторів даної мережі, були створені віртуальні локальні мережі. Маршрутизатор віддаленого офісу 2 (BO2) в такій моделі мережі виконує маршрутизацію не тільки між локальними мережами BO1, ГО та мережею ISP, а і між мережами VLAN. Виконано базові налаштування комутаторів у віддаленому офісі 2 (BO2) з кількома мережами VLAN.

3.2. Особливості початкового налаштування мережевого обладнання та захист комп'ютерної мережі

При виконання даної курсової роботи було проведено налаштування комутаторів та маршрутизаторів комп'ютерної мережі, що проектується. Основні приклади команд, що були використані в ході створення моделі мережі представлені у табл. 3.1. У процесі налаштування на комутаторах здійснено надання зручних імен, встановлення паролів для захисту від несанкціонованого доступу.

На маршрутизаторах головного та віддалених офісів були надані зручні імена та виконане налаштування інтерфейсів типу Fast Ethernet і Serial. Оскільки, як відомо, маршрутизатори працюють на мережевому рівні за протоколом IP, то обов'язковим елементом налаштування їх інтерфейсів було надання цим інтерфейсам відповідних IP-адрес згідно розробленої схеми IP-адресації (див. табл. 2.2).

Для захисту комп'ютерної мережі від зовнішнього несанкціонованого доступу з боку маршрутизатора постачальника послуг Інтернету (ISP) було встановлене обмеження на віддалений доступ за протоколом telnet. Для цього

на маршрутизаторі ГО був створений розширений список контролю доступу для заборони обміну будь-якого трафіку за протоколом Telnet.

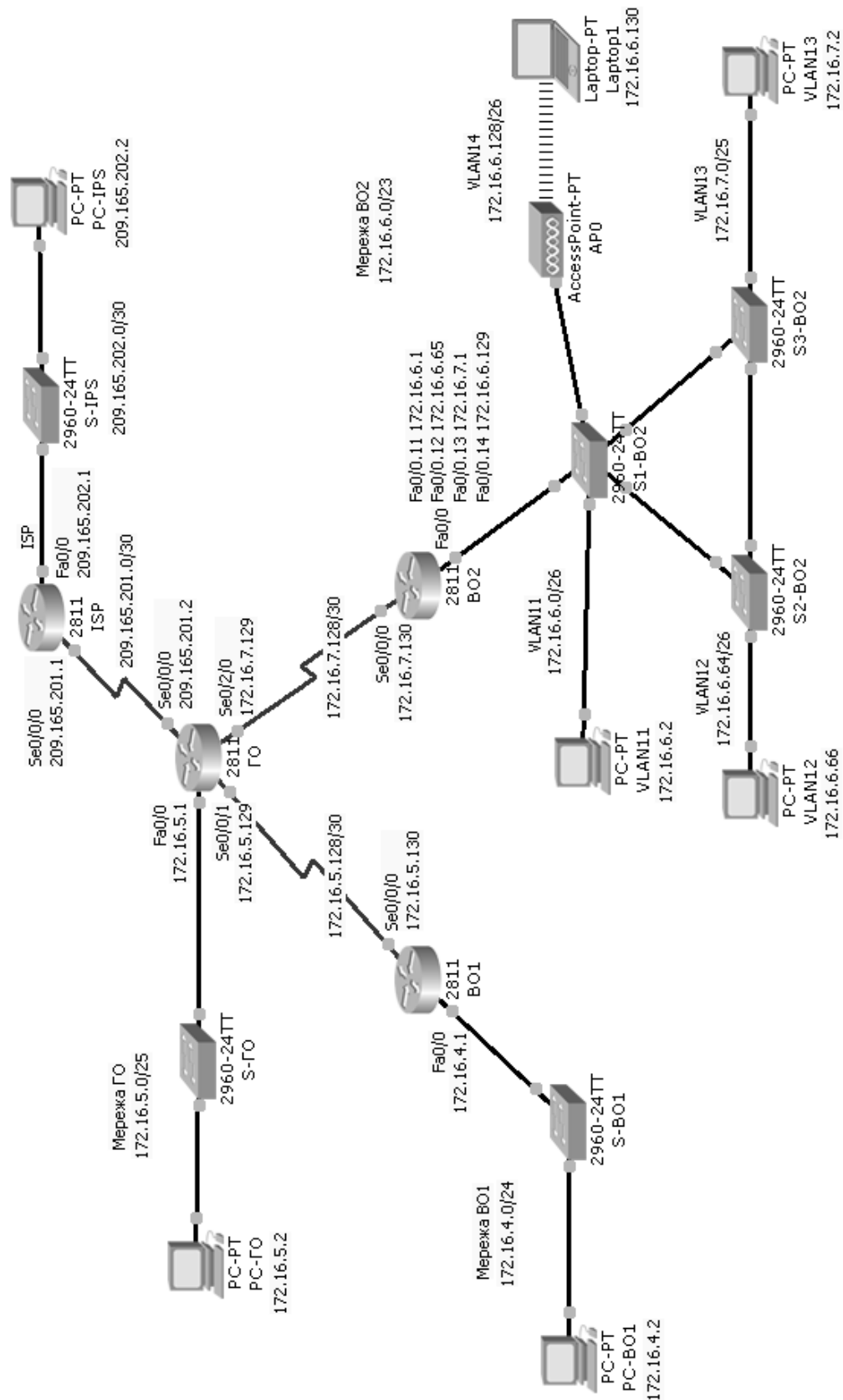


Рисунок 3.1 – Імітаційна модель комп'ютерної мережі у програмі Packet Tracer

Таблиця 3.1 – Приклади команд настройки комутаторів та маршрутизаторів моделі комп'ютерної мережі

Команда	Опис
Switch> enable або Switch> en	перехід до привілейованого режиму управління комутатором
Switch# configure terminal або Switch# conf t	перехід до режиму конфігурування комутатору, вихід з режиму – CNTL+Z
Switch(config)# hostname S1	надання ім'я комутатору
S1(config)# enable secret class	встановлення паролю на перехід в привілейований режим управління комутатором
S1(config)# line console 0 S1(config-line)# password cisco S1(config-line)# login	встановлення паролю для доступу до комутатора через консоль
S1(config-line)# end	вихід з режиму конфігурування
S1# copy running-config startup-config або S1# copy run start	зберігає зроблені зміни в конфігурації комутатора у файлі початкової конфігурації
S1# conf t S1(config)# interface range fa0/1-24 S1(config-if-range)# shutdown S1(config-if-range)# interface range gi1/1-2 S1(config-if-range)# shutdown	конфігурування портів комутаторів, приклад вимкнення усіх портів
S1(config)# interface range fa0/6-8, fa0/11 S1(config-if-range)# switchport mode access S1(config-if-range)# no shutdown	конфігурування портів комутаторів, приклад вмикання визначених портів
Router> en Router# conf t Router(config)# hostname R1	надання ім'я маршрутизатору
R1(config)# int fa0/0 R1(config-if)# ip address 172.16.5.1 255.255.255.128 R1(config-if)# no shutdown	присвоєння IP-адреси інтерфейсу Fast Ethernet маршрутизатору
R1(config-if)# int ser0/0/1 R1(config-if)# ip address 172.16.5.129 255.255.255.252 R1(config-if)# clock rate 64000 R1(config-if)# no shutdown R1(config-if)# int ser0/2/0 R1(config-if)# ip address 172.16.7.129 255.255.255.252 R1(config-if)# clock rate 64000 R1(config-if)# no shutdown R1(config-if)# exit	налаштування послідовних інтерфейсів (serial) маршрутизатору
R1(config)# access-list 101 deny tcp any any eq telnet	створення розширеного списку контролю доступу, з номером 101, для заборони будь-якого трафіку через протокол telnet
R1(config)# access-list 101 permit ip any any	дозвіл на обмін будь-яким трафіком через протокол ip
R1(config)# int s0/0/0 R1(config-if)# ip access-group 101 in	внесення порту s0/0/0, через який встановлено зв'язок з ISP, до створеного списку

3.3. Налаштування статичної маршрутизації у комп'ютерній мережі

Враховуючи те, що комп'ютерна мережа має невелику кількість локальних підмереж, для налаштування маршрутизаторів доцільно застосувати статичну маршрутизацію.

З аналізу моделі комп'ютерної мережі слідує, що на маршрутизаторі ISP для пересилки трафіку у корпоративну мережу доцільно визначити адресу супермережі. Її використання дозволить зменшити кількість записів у таблиці маршрутизації маршрутизатора ISP. Аналогічно доцільне використання адреси супермережі і при пересилці трафіку від маршрутизатора ГО до віртуальних локальних мереж через маршрутизатор BO2.

Для визначення адрес супермережі корпоративної мережі виконаємо операцію підсумовування маршрутів. Для цього просумуємо адреси підмереж ГО, BO1 та віртуальних локальних мереж:

172.16.5.0/25	→	172.16. 000001	01.00000000	ГО
172.16.4.0/24	→	172.16. 000001	00.00000000	BO1
172.16.6.0/26	→	172.16. 000001	10.00000000	VLAN11
172.16.6.64/26	→	172.16. 000001	10.01000000	VLAN12
172.16.7.0/25	→	172.16. 000001	11.00000000	VLAN13
172.16.6.128/26	→	172.16. 000001	10.10000000	VLAN14
		172.16. 000001	00.00000000	адреса супермережі
		255.255. 111111	00.00000000	маска супермережі

Таким чином, маємо адресу супермережі 172.16.4.0/22 (маска 255.255.252.0), яку будемо використовувати при налаштуванні маршрутизатора ISP для пересилки трафіку у корпоративну мережу.

Аналогічним чином розрахуємо адресу супермережі віддаленого офісу BO2. З цією метою просумуємо адреси віртуальних підмереж:

172.16.6.0/26	→	172.16. 000001	10.00000000	VLAN11
172.16.6.64/26	→	172.16. 000001	10.01000000	VLAN12
172.16.7.0/25	→	172.16. 000001	11.00000000	VLAN13
172.16.6.128/26	→	172.16. 000001	10.10000000	VLAN14
		172.16. 000001	10.00000000	адреса супермережі
		255.255. 111111	10.00000000	маска супермережі

Таким чином, для мережі BO2 маємо адресу супермережі 172.16.6.0/23 (маска 255.255.254.0).

З врахуванням визначених сумарних маршрутів виконаємо налаштування статичної маршрутизації в моделі комп'ютерної мережі. Команди для додавання відповідних маршрутів до таблиць маршрутизації маршрутизаторів мережі наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Команди для налаштування статичної маршрутизації у моделі мережі

Маршрутизатор	Команда	Опис
ISP	<code>ip route 172.16.4.0 255.255.252.0 209.165.201.2</code>	маршрут до всіх підмереж корпорації
ГО	<code>ip route 172.16.4.0 255.255.255.0 172.16.5.130</code>	маршрут до мережі BO1
	<code>ip route 172.16.6.0 255.255.254.0 172.16.5.130</code>	маршрут до підмереж BO2 з використанням адреси супермережі BO2
	<code>ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.201.1</code>	маршрут до будь-яких мереж, адрес яких немає серед підмереж корпорації
BO1	<code>ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.5.129</code>	маршрут до будь-яких мереж, адрес яких немає серед мережі BO1
BO2	<code>ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.7.129</code>	маршрут до будь-яких мереж, адрес яких немає серед підмереж BO2
	<code>show ip route</code>	команда для перегляду таблиці маршрутизації

Оскільки маршрутизатори BO1 та BO2 зв'язані з іншими мережами тільки через один шлюз, то при введенні статичних маршрутів для вихідного трафіку доцільно скористатися маршрутом за замовчуванням. Аналогічна ситуація і при налаштуванні маршрутизатора ГО для пересилки пакетів з корпоративної мережі у зовнішні мережі через маршрутизатор ISP.

3.4. Особливості налаштування віртуальних локальних мереж на основі комутаторів та маршрутизації між VLAN

Сутність налаштування віртуальних локальних мереж на основі комутаторів полягає у тому, що кожен порт комутатору закріплюється за визначеною віртуальною локальною мережею. В результаті комп'ютерна мережа (підмережа) ділиться на більш дрібні сегменти мережі (підмережі), а передача будь-якого трафіку між вузлами різних сегментів, у тому числі і широкомовного, на каналному рівні блокується. Команди для налаштування VLAN наведені у табл. 3.3.

Обов'язковим етапом для правильної роботи VLAN є налаштування магістральних (транкінгових) портів. Застосування портів такого типу необхідне для того, щоб комутатори обмінювалися кадрами без модифікації останніх. При цьому відомості про ідентифікатор VLAN, що містяться в кадрі Ethernet, не будуть втрачені при пересилці кадрів між комутаторами. На рис. 3.2 показаний фрагмент моделі комп'ютерної мережі, на якому стрілками чорного кольору відмічені магістральні канали. Відповідні команди для налаштування магістральних портів та їх перегляду наведені у табл. 3.3.

Завершальним етапом налаштування є забезпечення маршрутизації між віртуальними мережами. З цією метою на фізичному інтерфейсі маршрутизатору BO2 fa0/0 налаштовуються логічні субінтерфейси fa0/0.11, fa0/0.12, fa0/0.13, fa0/0.14.

Таблиця 3.3 – Приклади команд для налаштування VLAN і маршрутизації між ними

Команда	Опис
Налаштування VLAN	
S1(config)# vlan 11	створення VLAN 11
S1(config-vlan)# name VLAN11	надання VLAN 11 імені VLAN11
S1(config-vlan)# end	вихід із режиму настройки віртуальних мереж
S1(config)# interface range fa0/6-8 S1(config-if-range)# switchport access vlan 11	присвоєння 11-й віртуальній мережі 6-го, 7-го та 8-го портів комутатору типу Fast Ethernet
S1# show vlan brief або S1# show vlan	перегляд інформації про VLAN комутатору
Налаштування магістральних портів	
S1(config)# interface range fa0/0-2	вибір діапазону портів комутатору для конфігурування
S1(config-if-range)# switchport mode trunk	встановлення режиму магістральних каналів для відповідних портів комутатору
S1(config-if-range)# no shutdown	вмикання визначених портів комутатору
S1(config-if-range)# end	вихід із режиму підконфігурації
S1# show interface trunk	команда для перевірки правильності налаштування магістральних портів
R1(config)# interface fa0/0 R1(config-if)# no ip address R1(config-if)# no shutdown	настройка на маршрутизаторі R1 інтерфейсу fa0/0 без IP-адреси і маски підмережі
R1(config)# interface fa0/0.11	вибір логічного субінтерфейсу для подальшої настройки
R1(config-subif)# encapsulation dot1q 11	встановлення інкапсуляції тегування кадрів за стандартом 802.1Q
R1(config-subif)# ip address 172.16.6.1 255.255.255.192	надання IP-адреси логічному субінтерфейсу (11-ї віртуальної мережі)
R1(config)# interface fa0/0.12 R1(config-subif)# encapsulation dot1q 12 R1(config-subif)# ip address 172.16.6.65 255.255.255.192	налаштування логічного субінтерфейсу fa0/0.12 на маршрутизаторі BO2 для забезпечення маршрутизації між віртуальними мережами
R1(config)# interface fa0/0.13 R1(config-subif)# encapsulation dot1q 13 R1(config-subif)# ip address 172.16.7.1 255.255.255.128	налаштування логічного субінтерфейсу fa0/0.13 на маршрутизаторі BO2 для забезпечення маршрутизації між віртуальними мережами
R1(config)# interface fa0/0.14 R1(config-subif)# encapsulation dot1q 14 R1(config-subif)# ip address 172.16.6.129 255.255.255.192	налаштування логічного субінтерфейсу fa0/0.13 на маршрутизаторі BO2 для забезпечення маршрутизації між віртуальними мережами
R1(config)# interface fa0/0.1 R1(config-subif)# encapsulation dot1q 1 R1(config-subif)# ip address 172.16.6.132 255.255.254.0	настройка логічного субінтерфейсу для забезпечення маршрутизації з вузлами мережі BO2, які не увійшли до складу віртуальних мереж

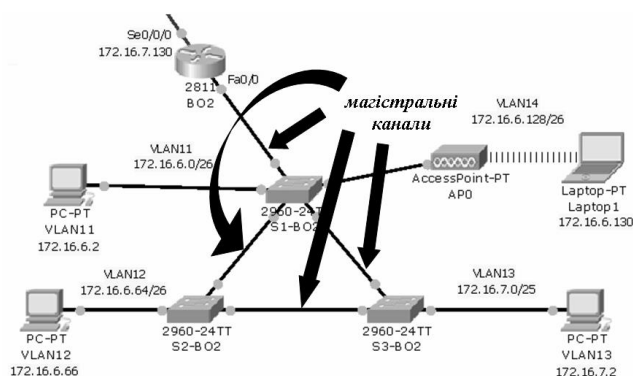


Рисунок 3.2 – Фрагмент імітаційної моделі з зазначенням магістральних каналів

IP-адреси для кожного логічного під інтерфейсу обираються з числа доступних адрес відповідно до кожної VLAN (табл. 2.2). Саме ці адреси будуть використані в якості шлюзів ПК, що входять до складу віртуальних мереж. Слід відзначити, що кожний з логічних субінтерфейсів має використовувати інкапсуляцію за стандартом 802.1Q. На той випадок, якщо у мережі VO2 можуть бути застосовані ПК без приналежності до певної віртуальної мережі, доцільно налаштувати логічний субінтерфейс для VLAN 1 [5], тобто для віртуальної мережі за замовчуванням.

ДОДАТОК Б
ВАРІАНТИ ПЛАНІВ ПОВЕРХУ БУДІВЛІ

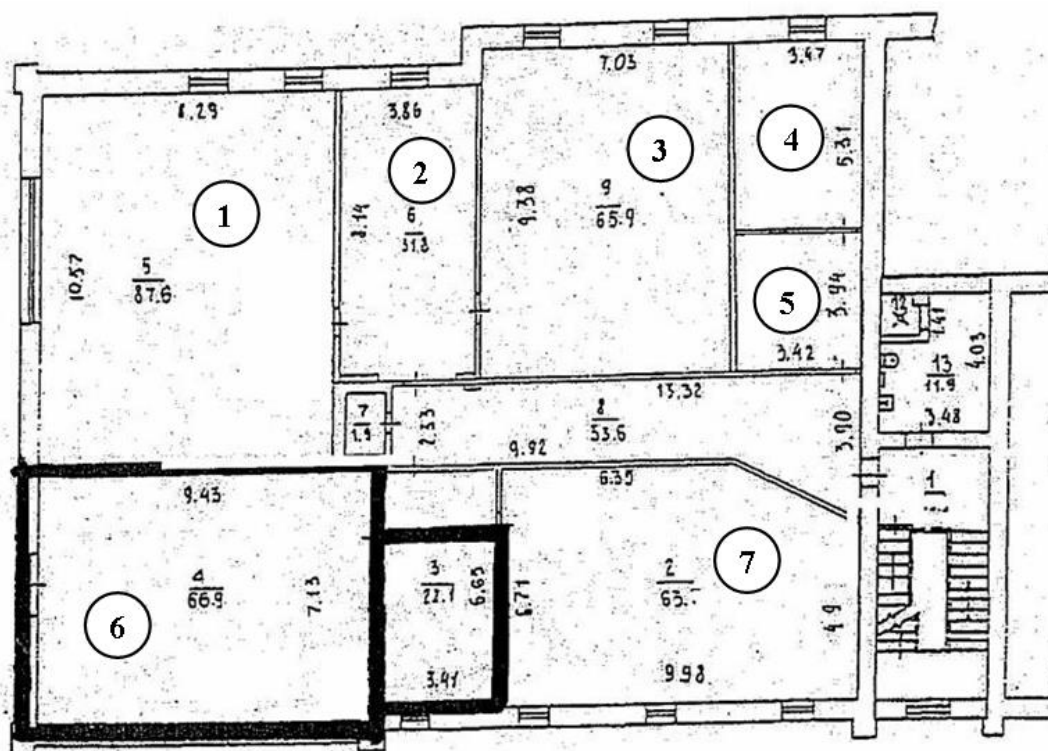


Рисунок Б.1 – План № 1

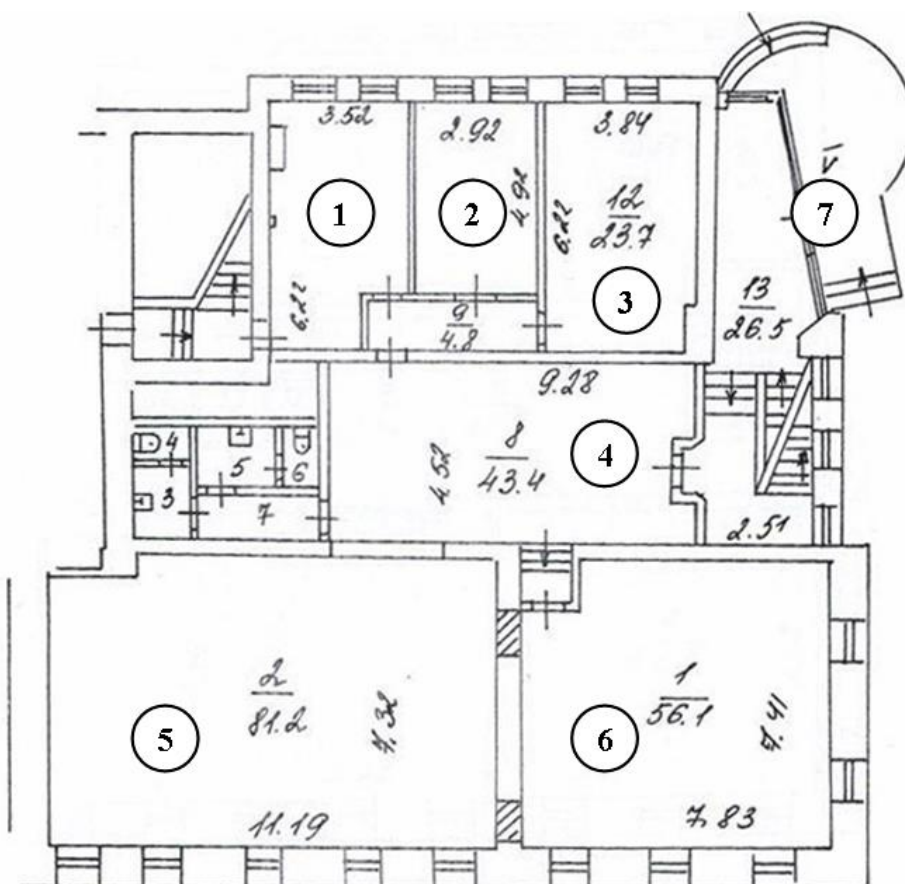
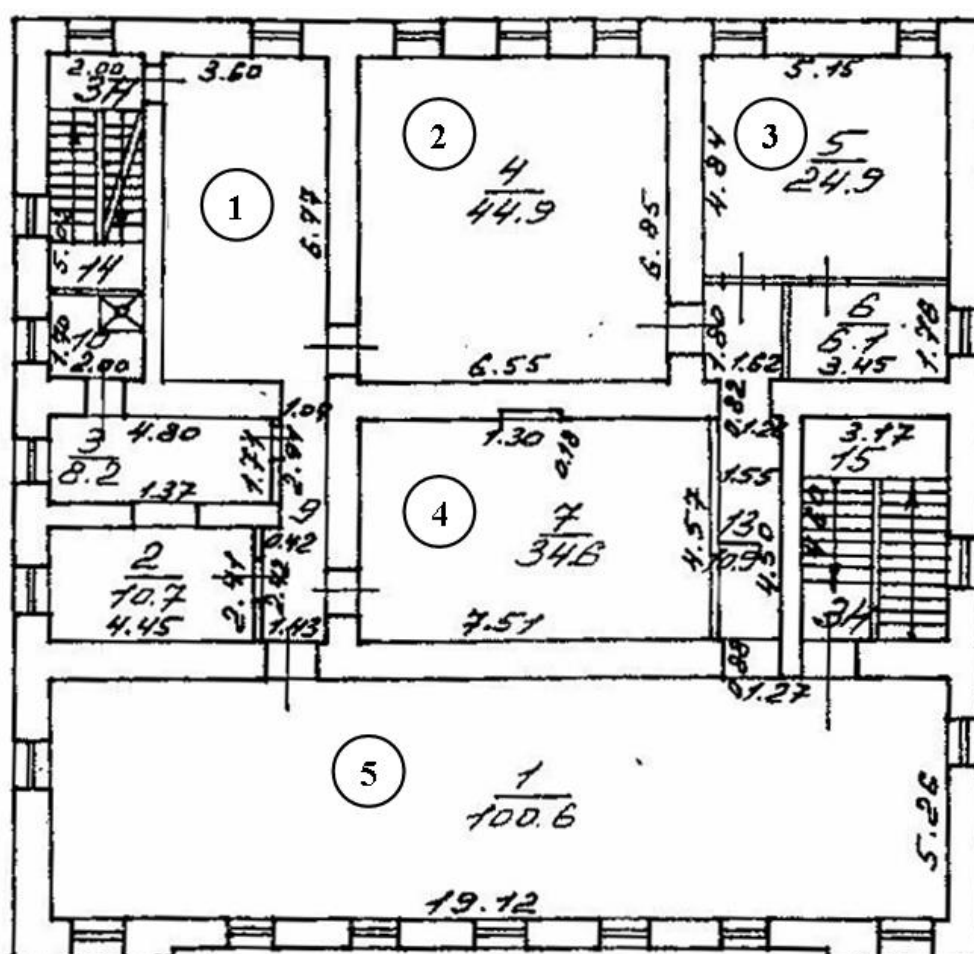
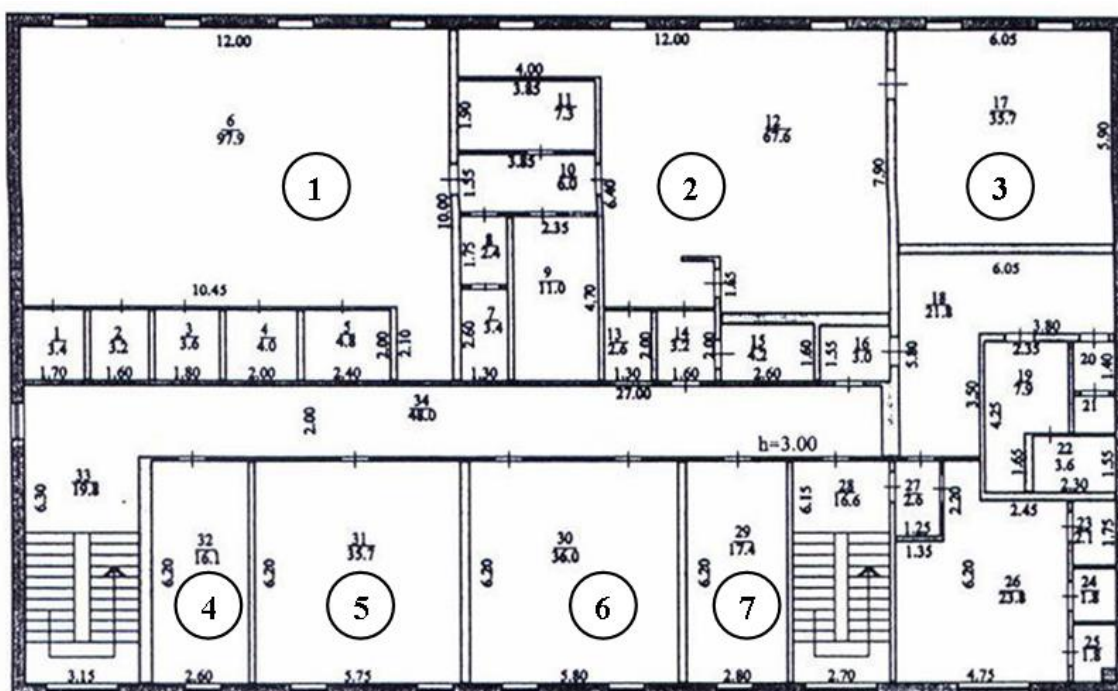
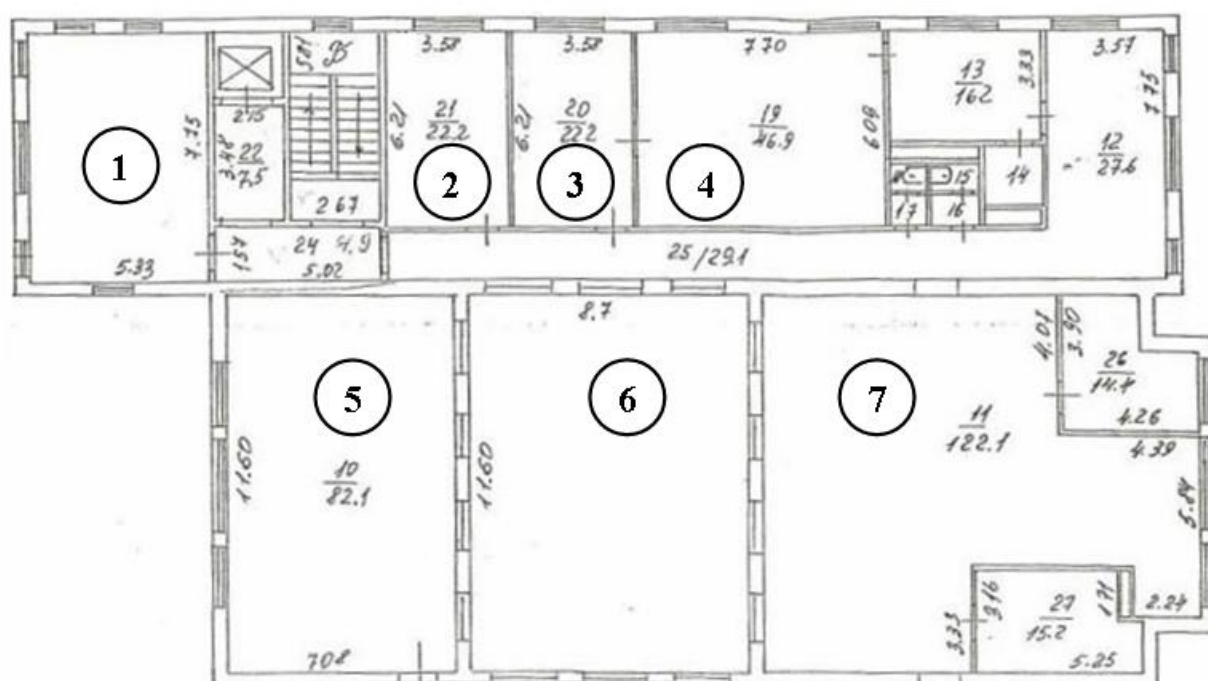
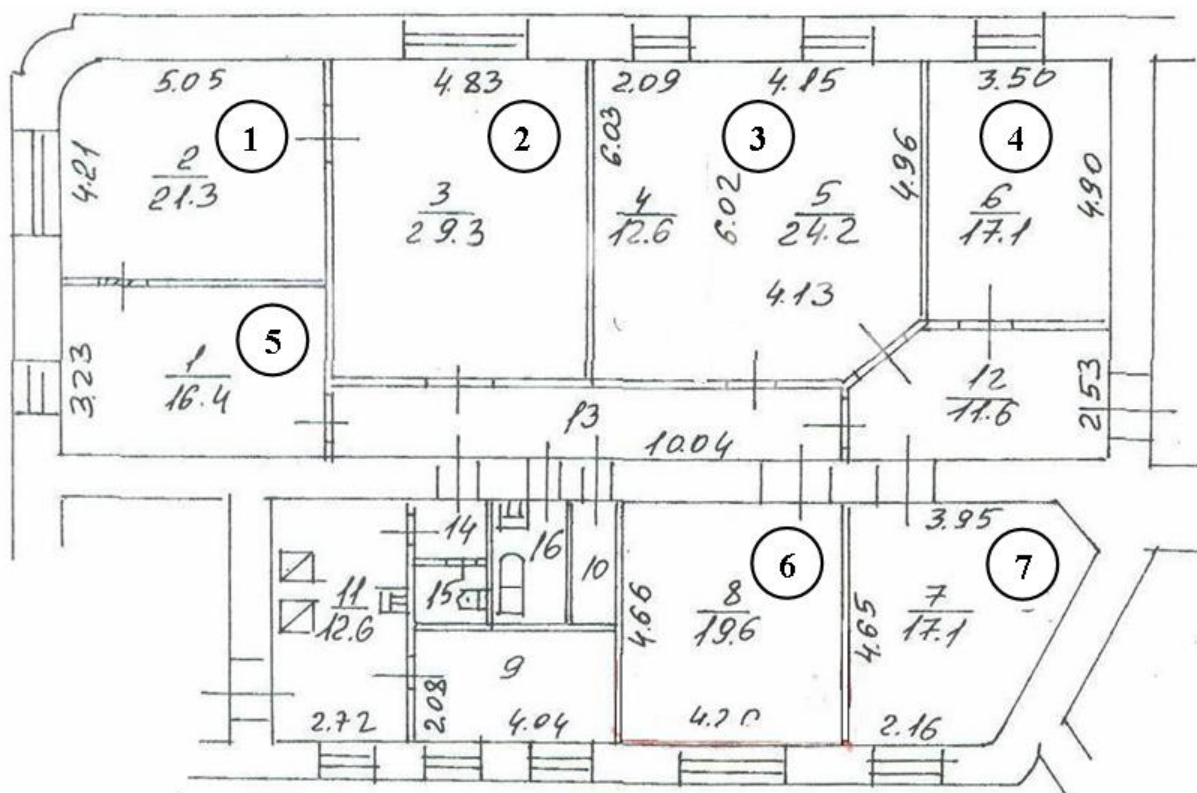
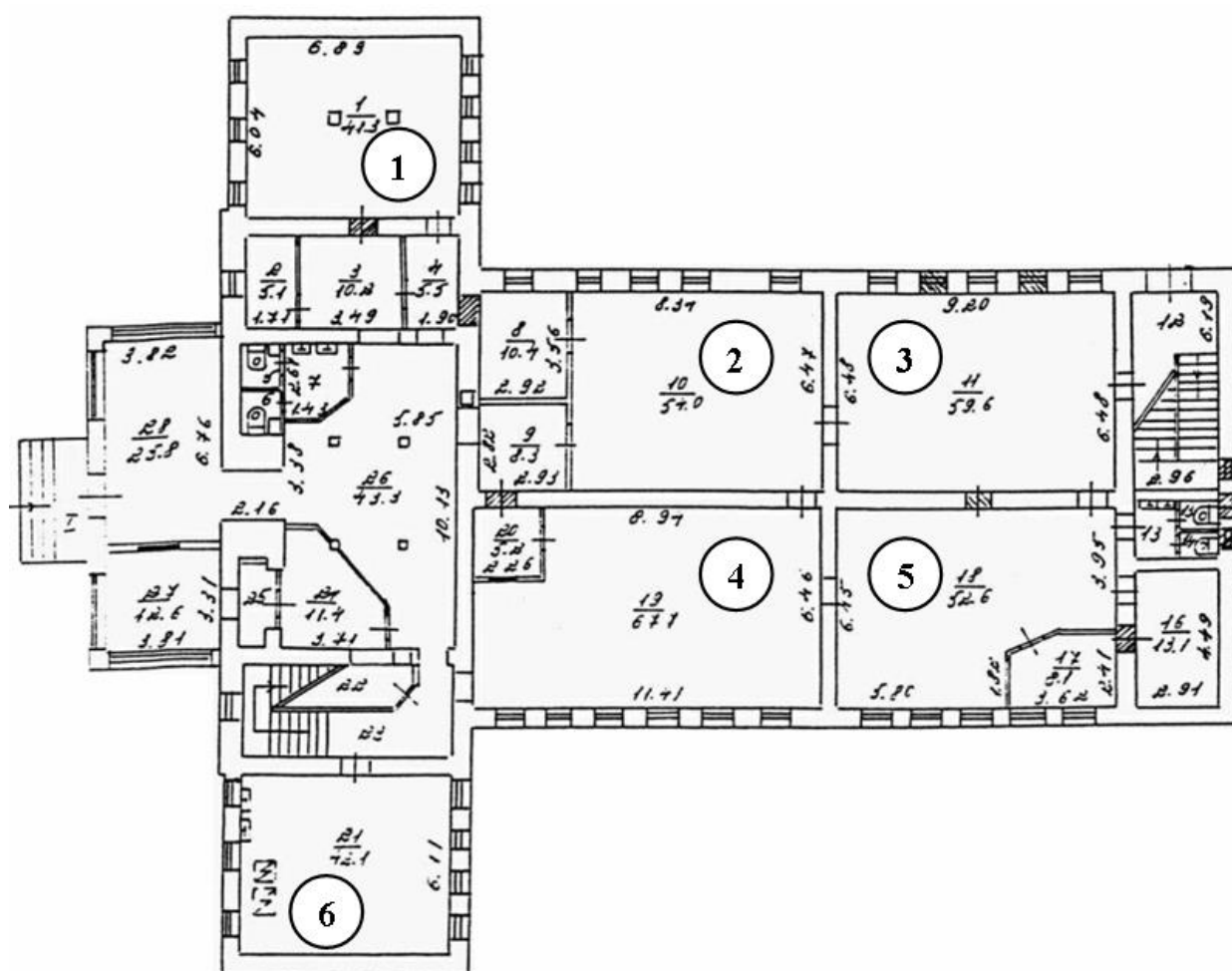
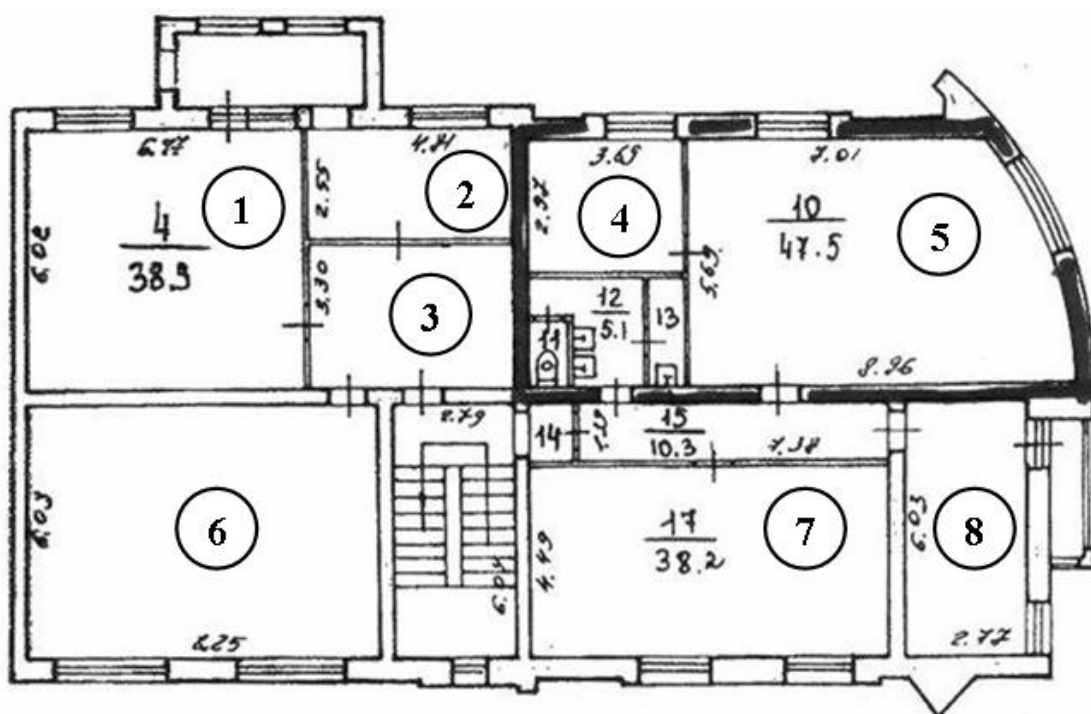


Рисунок Б.2 – План № 2







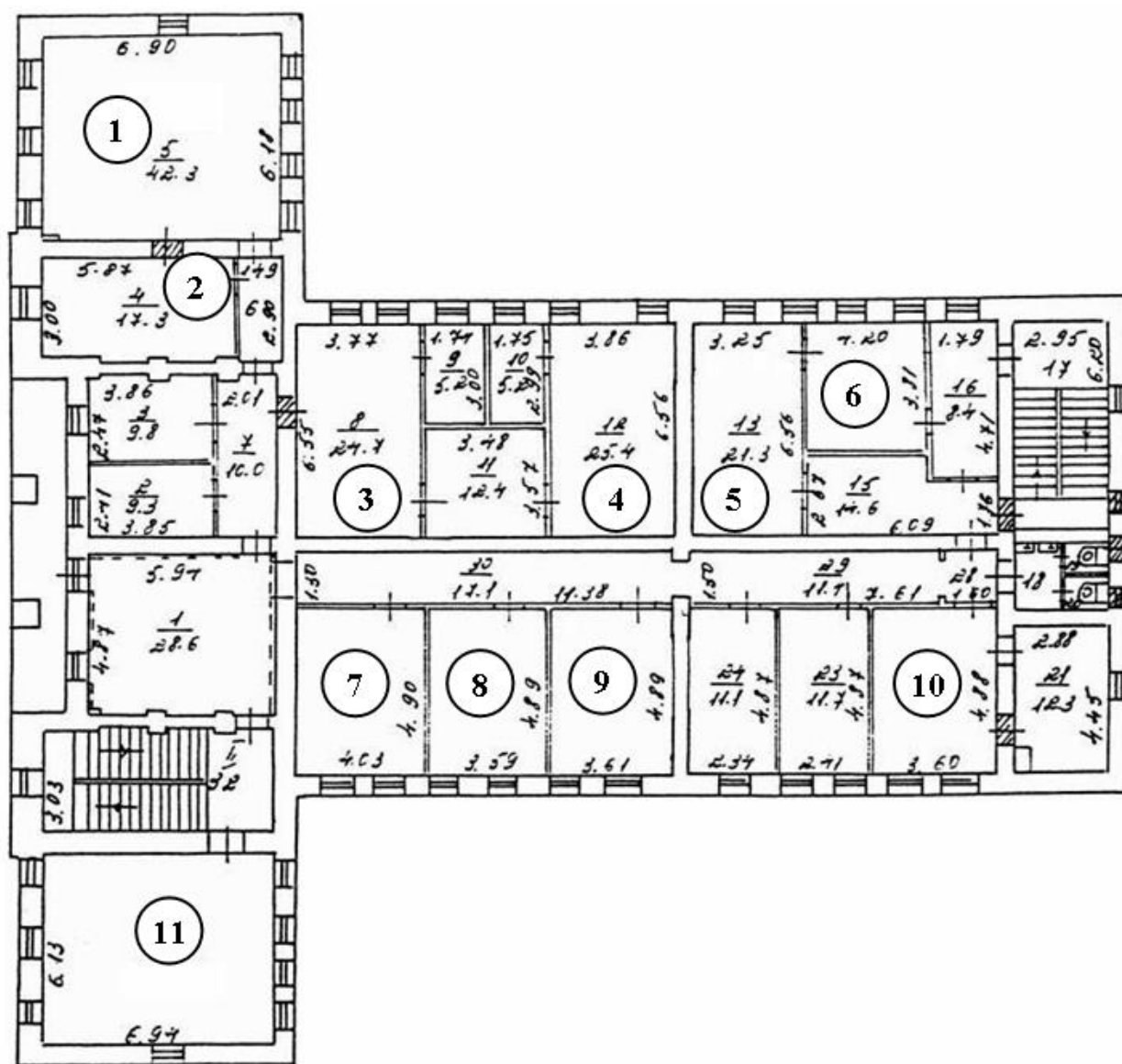


Рисунок Б.9 – План № 9

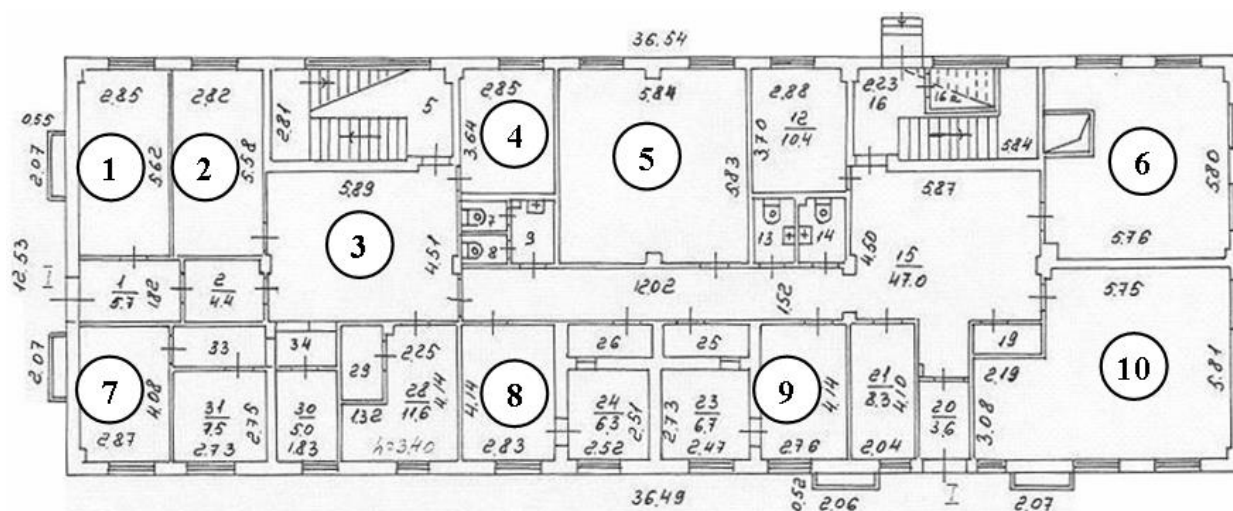


Рисунок Б.10 – План № 10

ДОДАТОК В
ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ ОКРЕМИХ ЧАСТИН
ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра інформаційних систем та технологій

КУРСОВА РОБОТА
КР.КМ.27.012-ПЗ

«Комп'ютерні мережі»
на тему: «Проектування корпоративної комп'ютерної мережі»

Виконав

здобувач вищої освіти

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

_____ курсу _____ групи

освітньої програми

Інформаційні управляючі системи

навчально-наукового інституту

економіки, управління, права та

інформаційних технологій

денної форми навчання

Науковий керівник

Підсумкова оцінка:

4-балова _____

100-балова _____

ЄКТС _____

Підписи членів комісії

з захисту курсової роботи:

Полтава – 2027

Рисунок В.1 – Зразок оформлення титульного аркушу КР

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра інформаційних систем та технологій

ЗАВДАННЯ
на курсову роботу

здобувачеві вищої освіти 3 курсу 126ІСТбд_31 групи, освітньої програми
Інформаційні управляючі системи

Решетняку Олегу Дмитровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема Проектування корпоративної комп'ютерної мережі
2. Термін здачі роботи на кафедрі не пізніше ніж « » 2027 р.
3. Перелік питань, що підлягають опрацюванню: 1. Розрахунок елементів СКС:
визначення місць розміщення робочих місць згідно варіанту завдання; визначення місця
розміщення телекомунікаційної шафи; розрахунок кількості необхідних матеріалів для
створення кабельних каналів горизонтальної підсистеми СКС; розробка плану
прокладання кабельних трас та розміщення РМ. 2. Розрахунок ІР-адресації комп'ютерної
мережі, що проектується: розробка схеми розподілу вихідного блоку ІР-адрес; розрахунок
ІР-адресації комп'ютерної мережі, що проектується. 3. Відпрацювання команд
налаштування активного обладнання комп'ютерної мережі, що проектується, шляхом
імітаційного моделювання у програмі Packet Tracer: створення моделі проекрованої
комп'ютерної мережі у програмі Packet Tracer; відпрацювання команд для настройки
інтерфейсів на комутаторах та маршрутизаторах КМ; команди налаштування VLAN на
основі комутаторів, особливості налаштування маршрутизації між VLAN; налаштування
статичної маршрутизації у КМ, оптимізація таблиць маршрутизації за рахунок операції
підсумовування маршрутів; визначення та виконання команд для захисту комп'ютерної
мережі за допомогою списків контролю доступу; перевірка працездатності комп'ютерної
мережі, яка була розроблена в результаті виконання курсової роботи.
4. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: 1. План прокладання кабельних трас та
розміщення робочих місць. Схема фізичної топології корпоративної комп'ютерної мережі
– модель мережі, що виконана засобами програми Packet Tracer.

Вихідні дані згідно варіанту № 012.

План поверху будівлі: № 1 (рис. Б.1) Номера кімнат для
Вихідна ІР-адреса: 172.16.4.0/22 розміщення робочих місць: 1, 7
Кількість РМ у ГО;ВО1;ВО2: 78; 190; 18/60/112/35

Дата видачі завдання « » 20 р.

Керівник курсової роботи _____
(підпис) (власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис здобувача вищої освіти) (власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Рисунок В.2 – Приклад оформлення індивідуального завдання на КР

Затверджено до друку протокол № 2 від 01.09.2026 р.
Формат 60×90 1 /16. Папір офсетний (білий 70-80 г/м2). Ум. друк. арк. 2,76. Авт. арк. 2.
Тираж 10 пр. Гарнітура Times New Roman Cyr.
Друк – кафедра інформаційних систем та технологій
Полтавського державного аграрного університету