

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий
інститут електроенергетики
(інститут)

Факультет інформаційних технологій
(факультет)

Кафедра інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Степанченко Сергій Романович

(П.І.Б.)

академічної групи 123-21зск-1

(шифр)

спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 123 Комп'ютерна інженерія

(офіційна назва)

на тему “Кіберфізична система комплексу по виготовленню технічного мастила підприємства “TechLube” з детальним опрацюванням побудови та налаштування корпоративної мережі”

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	доц. Шедловський І.А.			
спеціальної частини	доц. Шедловський І.А.			
розділів:				
розробка апаратної частини	доц. Бешта Д.О.			
розробка корпоративної мережі	ас. Панферова Я.В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	проф. Цвіркун Л.І.			
----------------	--------------------	--	--	--

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
інформаційних технологій
та комп'ютерної інженерії
(повна назва)

_____ Гнатушенко В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

"25" січня 2024 року.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавр

студента Степанченко С.Р. академічної групи 123-21зск-1
(прізвище, ініціали) (шифр)

спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 123 Комп'ютерна інженерія
(офіційна назва)

на тему "Кіберфізична система комплексу по виготовленню технічного мастила підприємства "TechLube" з детальним опрацюванням побудови та налаштування корпоративної мережі"

затверджена наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 23.05.2024 № 470-С

Розділ	Зміст завдання	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	На основі матеріалів виробничих практик, інших науково-технічних джерел конкретизується предмет та мета роботи та виконується постановка завдання	10.05.2024
Розробка апаратної частини	На основі аналізу підприємства формулюються технічні вимоги до кіберфізичної системи та розробляється апаратна частина системи	17.05.2024
Розробка корпоративної мережі	Виконується розрахунок налаштувань корпоративної мережі та перевірка роботи системи, розробляються методи та налаштування обладнання для захисту інформації в системі	24.05.2024
Розробка компонента системи	Виконується детальна розробка компонента системи	31.05.2024

Завдання видано _____ доц. Шедловський І.А.
(підпис керівника) (прізвище та ініціали)

Дата видачі 25.01.2024 р.

Дата подання до атестаційної комісії 14.06.2024 р.

Прийнято до виконання _____ Степанченко С.Р.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 83 с., 41 рис., 7 табл., 1 додаток, 8 джерел.

КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА, КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА, МЕРЕЖЕВІ ЗАСОБИ, ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

Об'єкт розробки: Кіберфізична система комплексу по виготовленню технічного мастила підприємства "TechLube".

Мета: створення кіберфізичної системи на базі комплексу технічних засобів на базі мікропроцесорної техніки; створення та моделювання комп'ютерної мережі для підрозділів підприємства "TechLube".

Кіберфізична система розроблена таким чином, щоб забезпечити можливість гнучкого зміни кількості та набору функцій шляхом перепрограмування та регулювання швидкості роботи технологічного обладнання за допомогою налаштувань, що передаються промисловою мережею з комп'ютера оператора.

Комп'ютерна мережа, при необхідності, надає можливість виконувати технічну модернізацію або розширення. Розроблена мережа кіберфізичної системи має розподілену структуру та забезпечує інформаційний зв'язок між підрозділами підприємства.

Кіберфізична система має відкриту архітектуру, що дозволяє проводити як технічну, так і програмну модернізацію, та виконує функції моніторингу, контролю, безпеки, конфігурації та адаптації, що підкреслює важливість використання в сучасних індустріальних системах.

Мережеву архітектуру було реалізовано налаштовано та перевірено у вигляді моделі на програмному симуляторі Cisco Packet Tracer, де була перевірена її працездатність.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	7
Вступ.....	8
1. Стан питання і постановка завдання.....	9
1.1 Характеристика сфери використання та умов застосування кіберфізичної системи підприємства «TechLube».....	9
1.1.1 Стисла характеристика галузі з виробництва технічних мастильних матеріалів.....	9
1.1.2 Технології та обладнання для «холодного» змішування мастильних матеріалів.....	11
1.2 Характеристика і структура підприємства «TechLube».....	18
1.2.1 Організаційна структура підприємства «TechLube».....	18
1.2.2 Характеристика і структура кіберфізичної системи підприємства «TechLube».....	20
1.3 Стислі відомості про топологічне розміщення структурних підрозділів підприємства «TechLube» та технології збору та передачі інформації.....	22
1.4 Принципи та технічні способи інформаційного забезпечення підприємства «TechLube».....	26
1.5 Завдання і мета роботи, що виконується.....	27
1.6 Аналітичний огляд існуючих способів обробки та передачі інформації, з огляду на умови об'єкту.....	28
1.7 Визначення можливих напрямків рішення поставлених завдань.....	29
2. Розробка апаратної частини комп'ютерної системи.....	31
2.1 Технічні вимоги до Системи.....	31
2.1.1 Вимоги до Системи в цілому.....	31
2.1.1.1 Вимоги до структури і функціонуванню Системи.....	31
2.1.1.2 Вимоги до показників призначення.....	34
2.1.1.3 Вимоги до експлуатації.....	34

2.1.1.4	Вимоги до патентної чистоти.....	35
2.1.1.5	Додаткові вимоги.....	36
2.1.2	Вимоги до задач (налаштувань), які виконуються у Системі.....	37
2.1.3	Вимоги до видів забезпечення Системи.....	38
2.1.3.1	Вимоги до математичного забезпечення.....	38
2.1.3.2	Вимоги до інформаційного забезпечення.....	38
2.1.3.3	Вимоги до лінгвістичного забезпечення.....	39
2.1.3.4	Вимоги до технічного забезпечення.....	39
2.1.3.5	Вимоги до організаційного забезпечення.....	40
2.1.3.6	Вимоги до методичного забезпечення.....	41
2.2	Розробка інженерних рішень для реалізації кіберфізичної системи підприємства «TechLube».....	41
2.2.1	Вибір і обґрунтування структурної схеми комплексу технічних засобів кіберфізичної системи підприємства «TechLube» шляхом узгодження структури з топологічними особливостями об'єкту розробки.....	41
2.2.2	Розробка специфікації апаратних засобів Підсистеми 1.....	45
2.2.3	Розрахунок інтенсивності трафіку вихідного трафіку найбільшої локальної мережі підприємства «TechLube».....	49
3.	Проектування корпоративної мережі та перевірка роботи комп'ютерної системи підприємства.....	51
3.1	Розрахунок схеми адресації корпоративної мережі «TechLube».....	51
3.2	Розробка топологічної схеми корпоративної мережі підприємства «TechLube».....	54
3.2.1	Базове налаштування конфігурації пристроїв.....	56
3.2.2	Налаштування маршрутизаторів корпоративної мережі.....	58
3.2.3	Налаштування роботи Інтернет.....	60
3.2.4	Захист інформації в комп'ютерній системі від несанкціонованого доступу.....	61

3.3	Перевірка роботи моделі комп'ютерної мережі підприємства «TechLube».....	67
4.	Розробка компонента системи.....	70
4.1	Інженерне рішення по розробці компонента кіберфізичної системи підприємства «TechLube».....	70
4.1.1	Розробка загальної структури кіберфізичної системи комплексу по виготовленню технічного мастила.....	70
4.1.2	Розробка функціональної схеми кіберфізичної системи.....	70
4.1.3	Вибір технічних засобів для реалізації системи.....	73
4.1.3.1	Вибір датчиків і периферійних пристроїв.....	73
4.1.3.2	Вибір периферійних пристроїв.....	74
4.1.4	Розробка переліку вхідних та вихідних сигналів і даних кіберфізичної системи.....	75
4.1.5	Вибір пристроїв збору та обробки даних кіберфізичної системи.....	78
4.1.5.1	Вибір погоджувючих пристроїв.....	78
4.1.5.2	Вибір ПЛК та модулів розширення.....	78
4.1.6	Розробка структурної схеми комплексу технічних засобів системи.....	80
	Висновки.....	81
	Додаток А.....	84

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

IP – Інтернет-протокол (Internet Protocol);

TCP/IP – Протокол управління передачею/Інтернет-протокол (Transmission Control Protocol/Internet Protocol);

MAC – Контроль доступу до середовища (Media Access Control);

PLC – Програмований логічний контролер (Programmable Logic Controller);

LAN – Локальна обчислювальна мережа (Local Area Network);

WAN – Глобальна обчислювальна мережа (Wide Area Network);

VPN – Віртуальна приватна мережа (Virtual Private Network);

DNS – Система доменних імен (Domain Name System);

HTTP/HTTPS – Протокол передачі гіпертексту/Захищений протокол передачі гіпертексту (Hypertext Transfer Protocol/Secure Hypertext Transfer Protocol);

FTP – Протокол передачі файлів (File Transfer Protocol);

DHCP – Протокол динамічної конфігурації вузла (Dynamic Host Configuration Protocol);

NAT – Перетворення мережевих адрес (Network Address Translation);

Кіберфізична система (CPS) – інтегрована система, що об'єднує фізичні об'єкти з комп'ютерними системами для моніторингу і управління процесами;

Корпоративна мережа – мережа, що об'єднує комп'ютери та інші пристрої в організації для обміну даними та ресурсами.

ВСТУП

У сучасному промисловому світі кіберфізичні системи (CPS) відіграють ключову роль у підвищенні ефективності та продуктивності виробничих процесів. Вони поєднують в собі фізичні компоненти з цифровими системами, дозволяючи створювати складні та гнучкі рішення для контролю, управління та оптимізації виробничих процесів. У цій роботі розглянуто розробку кіберфізичної системи, яка контролює процес змішування мастила на підприємстві з переробки мастила.

Кіберфізична система, що контролює змішування мастила, побудована на базі комплексу технічних засобів від компанії Siemens, відомої своїми передовими рішеннями в галузі промислової автоматизації. Цей комплекс включає програмовані логічні контролери (ПЛК), датчики, виконавчі механізми та інші пристрої, які разом створюють інтегроване середовище.

Особливістю цієї системи є її інтеграція в комп'ютерну мережу підприємства, яка має розподілену структуру і забезпечує зв'язок між різними підрозділами підприємства. Таке об'єднання дозволяє забезпечити безперервний потік інформації, полегшує обмін даними між різними відділами та сприяє підвищенню ефективності всього виробничого процесу.

Комп'ютерна мережа підприємства включає в себе кілька рівнів, що дозволяє здійснювати гнучке керування та моніторинг. На нижчому рівні знаходяться промислові пристрої, такі як ПЛК і датчики, які безпосередньо взаємодіють з фізичними процесами. На середньому рівні – системи управління та контролю, які аналізують дані, отримані з нижнього рівня, і відправляють команди. На верхньому рівні – системи візуалізації, аналітики та управління, що забезпечують інтерфейс для операторів і менеджерів.

Робота висвітлює ключові аспекти створення та інтеграції кіберфізичної системи в розподілену мережу підприємства, а також демонструє переваги такого підходу в контексті контролю процесу змішування мастила.

Таким чином обрана тема є актуальною та приносить покращення роботи підприємства і підвищення якості продукції.

1. СТАН ПИТАННЯ І ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Характеристика сфери використання та умов застосування кіберфізичної системи підприємства «TechLube»

1.1.1 Стисла характеристика галузі з виробництва технічних мастильних матеріалів

Індустріальні мастильні матеріали і оливи, консистентні мастила, мастильно-охолоджуючі рідини і автомобільні моторні оливи виготовляються на змішувальних і пакувальних установках, які називають заводами мастильних матеріалів. Ці установки часто розташовуються поруч з нафтопереробними підприємствами, де виробляються базові компоненти мастил, на території таких підприємств або забезпечуються компонентами за допомогою транспорту. На заводах мастильних матеріалів присадки змішуються з базовими компонентами олив; широка гама готової продукції розходиться споживачам в упакованому і розливне вигляді.

Способи приготування мастильних матеріалів, рідин і консистентних мастил різні. Отримання необхідної комбінації компонентів може обмежуватися тільки їх фізичним перемішуванням. Базові складові і присадки з'єднуються в котлі за допомогою змішувачів, лопатевих мішалок або повітряних струменів. Деякі технології вимагають додаткового тепла, що подається через електричні або парові змійовики. Інші процеси йдуть автоматично: основні складові та добавки заздалегідь змішуються, масляні суспензії утворюються в системі колекторів. Консистентні мастила виробляються або партіями, або безперервно. Заводи мастил застосовують власні присадки і хімікати або закупають їх (повністю або частково) у спеціалізованих компаній. При власному виробництві присадок, виникає потреба в обробці сировини при високих температурах і тисках, з використанням хімічних реакцій.

Готові рідини і мастильні матеріали містяться в змішувальних котлах або збірних ємностях, щоб пройти перевірку на якість та сертифікацію. Після випробувань і охолодження продукція йде на упаковку або відправляється в

залізничних або автоцистернах споживачам, оптовим фірмам або пакувальним підприємствам. Готові вироби відправляються також в залізничних критих вагонах або автофургонах в:

- металевих, пластикових і комбінованих проміжних контейнерах для сипучих вантажів місткістю від 227л до 2840л; вони відправляються як секції на вбудованих або окремих піддонах, складених в один або два ряди;
- металевих, комбінованих або пластикових бочках місткістю 114л, 208л або 180кг (зазвичай по чотири на одному піддоні);
- металевих або пластикових бочках місткістю 60л або 54кг і металевих або пластикових відрах по 19л або 16кг, які скріплюються на піддонах залізними смугами або обертаються плівкою, що розтягується;
- металевої або пластмасової тари місткістю 8 або 4л, літрових пластикових, металевих і фібрових пляшках і каністрах, двокілограмових картонних коробках з мастилом, які укладаються на піддони та скріплюються або обертаються в плівку.

Заводи мастильних матеріалів можуть відправляти піддони з різними виробами в різних упаковках безпосередньо невеликим споживачам. Наприклад, партія вантажу для автозаправної станції може включати в себе на одному піддоні одну бочку трансмісійної рідини, дві - мастила, вісім ящиків автомобільної моторної оливи і чотири відра оливи для коробки швидкостей.

Якість мастильної продукції важливо для безперебійної роботи машин і устаткування, для виробництва виробів і матеріалів. Змішувальні і пакувальні заводи випускають готові продукти у відповідності зі строгими технічними умовами та вимогами до рівня якості. Користувачі повинні підтримувати цей рівень, здійснюючи безпечні технології обробки, зберігання, розподілу та передачі мастильних матеріалів з контейнерів і резервуарів, де вони зберігалися, на роздаточне обладнання і місця застосування. На деяких промислових об'єктах встановлені системи централізованого розподілу мастила, які зводять до мінімуму забруднення і шкідливий вплив. Індустріальні масла, мастильні матеріали, мастильно-охолоджуючі рідини і консистентні мастила приходять в

непридатність (втрачають свій первісний хімічний склад і присадки) від контакту з водою, від впливу надмірно високих або низьких температур, від випадкового змішування з іншими продуктами і надто тривалого зберігання.

1.1.2 Технології та обладнання для «холодного» змішування мастильних матеріалів

Існуюче технічне рішення відноситься до області отримання мастильних матеріалів, а саме для ініціації кавітації і виникнення процесу «холодного» змішування (блендінга) базових олив і присадок для отримання мастильних матеріалів (товарної оливи). Рівень змішування - колоїдна структура.

Змішувальні технології широко використовуються у виробництві мастильних матеріалів, особливо на заключному етапі виробництва, коли в базову основу вводяться присадки і інші компоненти, передбачені технічними умовами.

Всі змішувальні технології, що застосовуються при виробництві мастильних матеріалів, можна поділити на два види:

- технології, засновані на застосуванні технічних засобів (мішалок, блендерів, міксерів та т.п.);
- технології, засновані на фізичних процесах і явищах (кавітація, ультразвук та ін.).

До сьогодення в виробництві мастил традиційними були технології першого виду (так званий «механічний Блендінг»). Але дані технології застаріли, тому що основним недоліком таких технологій є тривалий процес і великі енерговитрати, що суперечить світовим тенденціям і не відповідає курсу урядів розвинених країн по впровадженню і застосуванню енергозберігаючих технологій. Великі енерговитрати застарілого методу і лінії, пояснюються необхідністю тривалого підігріву компонентів масла (до + 70-80 ° C), з метою зниження в'язкості і отримання тим самим однорідної суміші.

Пристрої, що змішують різні рідини, в тому числі і різні рідини, що містять мастило, за допомогою кавітації також широко відомі. Так, наприклад, в патенті [3] описано пристрій, що дозволяє змішувати різні рідини на основі кавітації. Недоліком даних пристроїв є те, що даний процес не керований, тобто в процесі

кавітації ніяким чином не контролюється температура і тиск. Крім того сам процес кавітації відбувається при високій температурі.

Відомо патент на пристрій для змішування олив [4], де описано пристрій, що містить: засоби для подачі масла і рідини в накопичувальну ємність; насос для перекачування масла і рідини; кавітаційну колону, де відбувається змішання оливи і рідини через тиск і тепла кавітаційних бульбашок, які виробляють ударні хвилі (застосування ультразвуку), і зливний канал для виходу отриманої змішаної оливи. Цей пристрій має ряд недоліків, і так воно завдяки конструкції кавітаційної колони не призначене для змішування двох і більше мастильних матеріалів (технічних олив), а також при змішуванні роблять нагрівання, що негативно впливає на отримані оливи.

Існує альтернативне технічне рішення спрямоване на усунення зазначених вище недоліків і отриманням високоякісних мастильних матеріалів.

У цьому технічному рішенні для реалізації процесу змішування, використовується ефект кавітації. Ініціюють кавітацію дві кавітаційні колони і два шестерних насоса, що створюють різницю тиску. При цьому весь процес змішування проходить при температурі від $+20\text{ C}^{\circ}$ до $+30\text{ C}^{\circ}$, на відміну від інших методів при $+70-80\text{ C}^{\circ}$, дана відмінність дозволяє називати цей метод змішування «холодним».

Технічний результат пропонованого технічного рішення полягає в енергозбереженні та поліпшенні рівня гомогенізації.

Енерговитрати - важливий, але не єдиний аргумент при виборі даної змішувальної технології. Не менш важливо також стан компонентів в маслі. Більшість мастильних матеріалів є колоїдними системами, в яких тверду фазу утворюють комплексуючі речовини, природні або штучно вводяться. При неправильному або неконтрольованому процесі змішування, легко може порушитися молекулярна структура і в підсумку можна отримати мастильні матеріали низької якості. У зв'язку з цим дуже важливо ефективно контролювати процес змішування компонентів.

У мастилі колоїдну систему утворюють присадки, багато з яких знаходяться в складі масла у вигляді міцел. При такому стані більшість молекул присадок виявляється в ізоляції від основного обсягу масла і не бере участі в процесах змащуючої дії, що негативно відбивається на термінах і якості експлуатації механізмів.

Для поліпшення якості оливи, при виробництві необхідно домогтися більш високої дисперсності і ефекту гомогенізації (більш якісного змішування компонентів).

Таким чином, спираючись на чинники енергозбереження та наявності високого рівня гомогенізації, маслосмішувачий комплекс (лінія «холодного» змішання мастильних матеріалів ССВЛ) заснований на принципах роботи кавітації є найбільш вигідною технологією.

Коротко, суть процесу «холодного» блендінга можна описати таким чином: схлопування мільярдів бульбашок в зоні кавітації утворює безліч мікровибухів, здатних на молекулярному рівні змішувати органічні комплекси.

Лінія змішування мастильних матеріалів дозволяє значно підвищити якість продукції, що випускається, скоротити енерговитрати, а в кінцевому підсумку скоротити і собівартість продукції, так як відсутня необхідність нагрівання маси (як при традиційному методі) до оптимальної температури змішуваності тобто до + 70- 80 ° С градусів.

При цьому в контрольованому процесі кавітації чітко простежується 100% ефект гомогенізації, і при такій високій якості змішування компонентів, дисперсність досягає 98%.

В результаті, інноваційна лінія «холодного» змішання мастильних матеріалів ССВЛ дозволяє відразу вирішити декілька актуальних запитань: скоротити час виробництва продукції, істотно знизити електроспоживання, значно підвищити рівень екології та якість продукції, оптимізувати рецептури і склад вводяться компонентів, знизити собівартість виробництва і збільшити прибуток підприємства .

Оскільки в процесі кавітації бульбашки можуть різко скорочуватися і розширюватися, то температура всередині бульбашок коливається в широких межах, і може досягати декількох сотень градусів за Цельсієм, що дозволяє досягати неймовірно високої якості мастильних матеріалів. Але дана температура зафіксована на нанорівні, в реальних умовах температура процесу становить не більше + 20°C, в результаті всі процеси змішання відбуваються на молекулярному рівні і називається цей метод «холодним» блендінгом.

Молекулярний масштаб технологічних процесів, швидкість процесу змішування, невеликі енерговитрати при великій в'язкості змішуються матеріалів і ефективність отриманих результатів, дозволяють кваліфікувати оливо-змішуваче обладнання (лінію холодного змішування мастильних матеріалів) і метод «холодного» змішання мастильних матеріалів ССВЛ - як енергозберігаючу технологію з очевидними елементами нанотехнологій. «Холодний» метод змішування мастильних матеріалів і спеціально розроблена лінія змішування для ініціації даного методу, можуть бути рекомендовані виключно для виробництва мастил широкого діапазону класів в'язкості, а також для обробки товарних олив, вироблених промисловим способом.

Зазначений технічний результат досягається тим, що лінія «холодного» змішування мастильних матеріалів включає:

- щонайменше, дві ємності зберігання вихідних мастильних компонентів і, щонайменше, одну ємність зберігання присадок, які за допомогою трубопроводів, через засувки пов'язані з колектором, а також, послідовно пов'язані між собою трубопроводами;
- колектор;
- щонайменше, один перший насос і відповідну йому першу кавітаційну колону;
- щонайменше, один другий насос і відповідну йому другу кавітаційну колону;
- ємність зберігання кінцевого продукту.

Також в лінії встановлені датчики тиску і температури, перша пара встановлена між першим насосом і першої кавітаційною колоною, друга пара на виході з першої кавітаційної колони, третя пара встановлена між другим насосом і другою кавітаційною колоною, четверта пара на виході з другої кавітаційної колони, при цьому кожна кавітаційна колона складається з трьох внутрішніх горизонтальних перегородок з конусовидними отворами в кожній з них.

Переважно, щоб насос був виконаний шестерним.

При цьому кількість конусоподібних отворів в кожній внутрішній горизонтальній перегородці кавітаційної колони різний і на кожному рівні скорочується. Переважно щоб в нижній внутрішньої горизонтальної перегородці кавітаційної колони було виконано сім конусоподібних отворів, в середній - шість і у верхній п'ять. При цьому конусність отворів зменшується до верху колони, тобто в кожній внутрішньої горизонтальної перегородці верхній діаметр отвору менше нижнього.

Крім того температура мастильних компонентів і присадок, що містяться в ємностях і підлягають змішуванню не більше $+30\text{C}^\circ$ і не змінюється в процесі змішування. Заявлене технічне рішення пояснюється на рисунках 1.1-1.3.

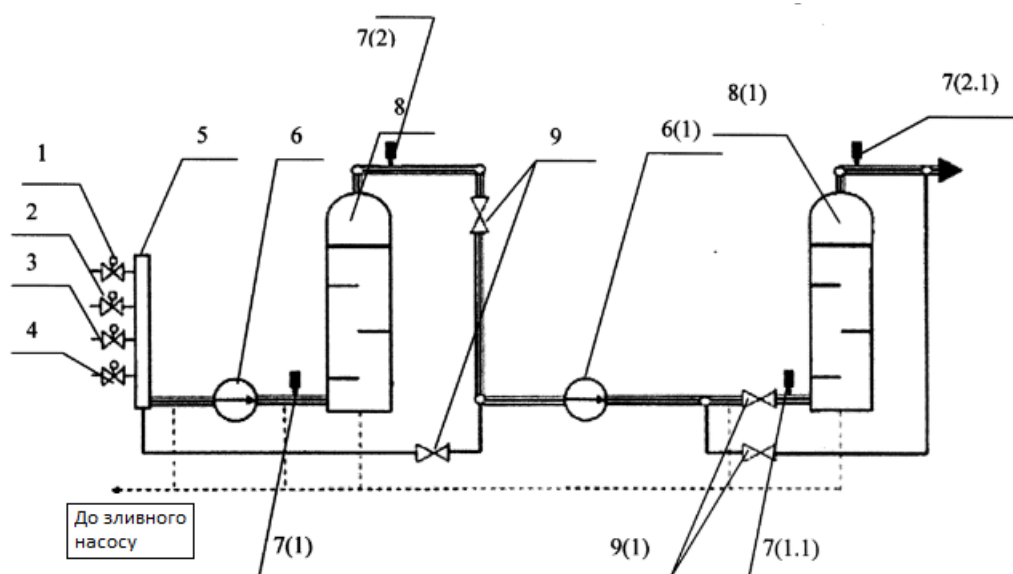


Рисунок 1.1 – Загальна схема лінії «холодного» змішування мастильних матеріалів

Лінія для «холодного» змішування мастильних матеріалів на основі кавітації, показана на рисунку 1.1, призначена виключно для виробництва мастильних матеріалів. Базові оливи (до трьох видів одночасно) і попереднє розчинені у них присадки надходять в колектор/ємність 5 через засувки 1-4. Потім по трубопроводу з колектора суміш оливо, першим шестерним насосом 6 (рисунок 1.1) подається в кавітаційну колону 8. При цьому перед кавітаційною колоною на трубопроводі встановлено датчики температури і тиску 7 (1), а також і на виході кавітаційної колони встановлені датчики температури і тиску 7 (2). При активній допомозі частотних перетворювачів (на рисунку 1.1 не показані) досягається необхідність регулювання роботи насосів, при якій виникає різниця тиску (на основі першої 7 (1) і другої 7 (2) групами датчиків), достатня для появи кавітації в колонах 8 і 8 (1) при даній, конкретній в'язкості мастильних матеріалів. Для виробництва різного виду мастильних оливо, відповідно виставляються необхідні параметри і рівень регулювань частотних перетворювачів.

Внутрішня будова кавітаційних колон 8 спеціально розроблена і складається з трьох внутрішніх горизонтальних перегородок з конусовидними отворами в кожній з них, рисунок 1.2.

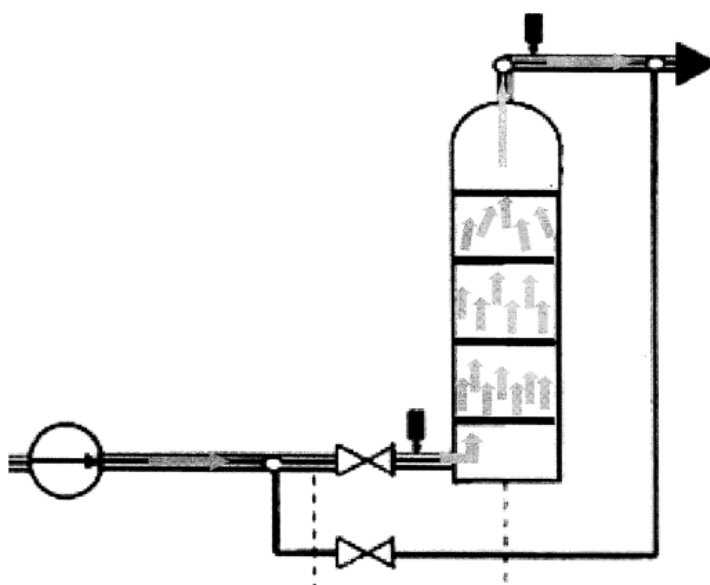


Рисунок 1.2 – Процес проходження потоку мастильних матеріалів в кавітаційній колоні

Кількість отворів на кожній перегородці різний в нижній - сім, у середній - шість і у верхній п'ять. У колоні основний потік мастильних матеріалів, що нагнітається шестерним насосом 6, послідовно поділяється відповідно на п'ять-сім потоків, при цьому загальна площа прохідних отворів на кожному рівні скорочується, що забезпечує збільшення тиску і більш якісне змішування компонентів. Насос 6 (1) створює розрідження, необхідне для виникнення гідравлічної кавітації і проганяє мастильну масу через колону 8 (1) для отримання більш високого рівня гомогенізації і дисперсності. Максимальний тиск в робочому процесі в обладнанні 0,15-0,35 МПа (1,5-3,5 кгс/см). При перевищенні тиску спрацьовує клапан на насосі. Насос 6 (1) може також працювати, як циркуляційний, забезпечуючи перемішування мастильних матеріалів в ємності і працювати на видачу готового технічного масла у зовнішню ємність. Контроль за процесом здійснюється за допомогою частотних перетворювачів, а так же датчиків тиску і температури 7 (1), 7 (2), 7 (1.1) і 7 (2.1) встановлених парами в наступному порядку: перша пара 7 (1) встановлена для контролю тиску і температури в зоні максимального тиску (між насосом 6 і колоною 8), друга пара 7 (2) встановлена в зоні розрідження (на виході з колони 8). Третя і четверта пари датчиків встановлено аналогічно першим - на насосі 6 (1) і колоні 8 (1).

Робота частотних перетворювачів необхідна для чіткого контролю процесу кавітації і отримання високоякісних мастильних матеріалів. На відміну від багатьох інших установок і методів змішування різних рідин із застосуванням кавітації, для отримання якісного готового мастила, необхідно контролювати кавітаційний процес змішування базових олив з присадками, з урахуванням конкретної в'язкості і складу мастила. Для зручності може використовуватися комп'ютер, який опитує в реальному часі датчики температури і тиску, і на моніторі якого відображається тиск і температура, також за допомогою даного комп'ютера користувач управляє частотними перетворювачами і відповідними їм насосами (для кожного насоса є свій частотний перетворювач).

У разі використання іншого обладнання з безконтрольним процесом кавітації відбувається руйнування макромолекули в складі масла, що негативно

позначається на підсумковому якості отримуваної продукції і істотно знижує показники в'язкості мастила рисунок 1.3.

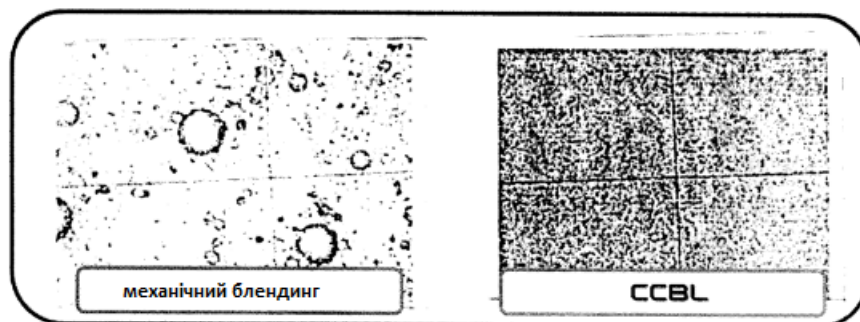


Рисунок 1.3 – Структура масла під мікроскопом, одержуваного звичайними засобами

Після проходження через обладнання лінії, вироблені мастильні матеріали зливаються в ємність готової продукції. При необхідності маса прогоняється вдруге, при цьому другий раз можна не застосовувати частотні перетворювачі, так як структура макромолекул після проходження контрольованого процесу кавітації стає більш пружною і не підлягає руйнуванню, роблячи одержувану продукцію унікальною за своїми характеристиками і здатну витримувати найсуворіші і жорсткі умови експлуатації. Це зайвий раз підтверджує ефективність застосування «холодного» змішання і пропонованої лінії змішування. Також в лінії передбачені засувки 9, 9 (1), що дозволяють відключати в лінії змішування першу або другу колони з відповідними їм насосами, а також лінія зливу залишків олії в кожній з колон з необхідними засувками, для технологічних цілей, наприклад очищення. Злив маси з ємності готової продукції на склад проводиться насосом зливу.

1.2 Характеристика і структура підприємства «TechLube»

1.2.1 Організаційна структура підприємства «TechLube»

Підприємство по виробництву технічних мастил «TechLube» має організаційну структуру, що зображена на рисунку 1.4.

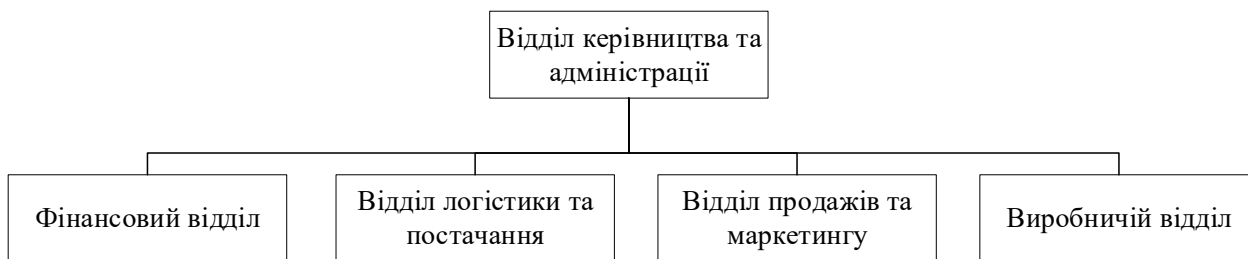


Рисунок 1.4 – Організаційна структура підприємства «TechLube»

Організаційна структура складається з:

- 1) виробничого відділу з штатом:
 - начальник виробництва (1 люд.), який відповідає за виробничий процес в цілому;
 - інженер-технолог (1 люд.), який відповідає за виробничий процес та контроль якості;
 - робочий персонал (4 люд.), що здійснює безпосереднє виробництво мастил;
 - ремонтний персонал (1 люд.), що здійснює виконання ремонтних та налагоджувальних робіт;
 - завідуючий складом (1 люд.) що відповідає за облік та зберігання готової продукції;
- 2) відділ продажів та маркетингу з штатом:
 - менеджер з продажу (1 люд.), який веде переговори з клієнтами та розробляє стратегії маркетингу;
 - менеджер з обслуговування клієнтів (2 люд.), що забезпечує підтримку клієнтів та вирішення їхніх питань;
- 3) відділ логістики та постачання з штатом:
 - координатор постачання (1 люд.), що відповідає за закупівлю сировини та комплектуючих;
 - логіст (1 люд.), який планує та контролює транспортування та доставку готової продукції;
- 4) відділ керівництва та адміністрації з штатом:

- директор (1 люд.), який здійснює загальне керівництво та приймає стратегічні рішення;
 - адміністратор (1 люд.), що відповідає за організаційні аспекти діяльності підприємства;
- 5) фінансовий відділ з штатом:
- бухгалтер (2 люд.), який веде облік фінансових операцій та складає звіти.

1.2.2 Характеристика і структура кіберфізичної системи підприємства «TechLube»

Розглянемо роботу лінії підприємства «TechLube» на прикладі виробництва однієї тонни напівсинтетичного моторного масла SAE10W-40 з індексом в'язкості, не менше 145 і температурою застигання не менше -33 C° , при використанні методу «холодного» блендінга (рисунок 1.5):

1. Підготовчий етап: одночасно завантажується в ємність на 500л три різних базових мастила I-20A, I-40A, ETRO-4. Далі базові мастила за допомогою насосу Н1 потрапляють у бак на 100л одного з двох робочих контурів змішування де відбувається додавання присадки-діпресора, присадки OLOA59770 і загущувача K-16 в кількості відповідній для технологічної карти відповідного мастила.

2. Основний етап: попередньо запускається насос Н2 та міксер, з урахуванням в'язкості сорту масла, виставляється налаштування частотних перетворювачів в діапазоні від 0 до 30 Гц і регулювання частотою обертання двигуна насоса (не більше 1:10). Далі відкриваються клапани і пропускається попередньо підготовлену масу через міксер, де відбувається процес молекулярного змішування компонентів з ефектом кавітації, при температурі $+20 \dots 30\text{ C}^{\circ}$.

3. Заключний етап: відбувається перекачування вже готової продукції через фільтр Н3 в ємність для зберігання.

Проводиться відбір для проведення лабораторного аналізу та розфасовка готової продукції в тару.

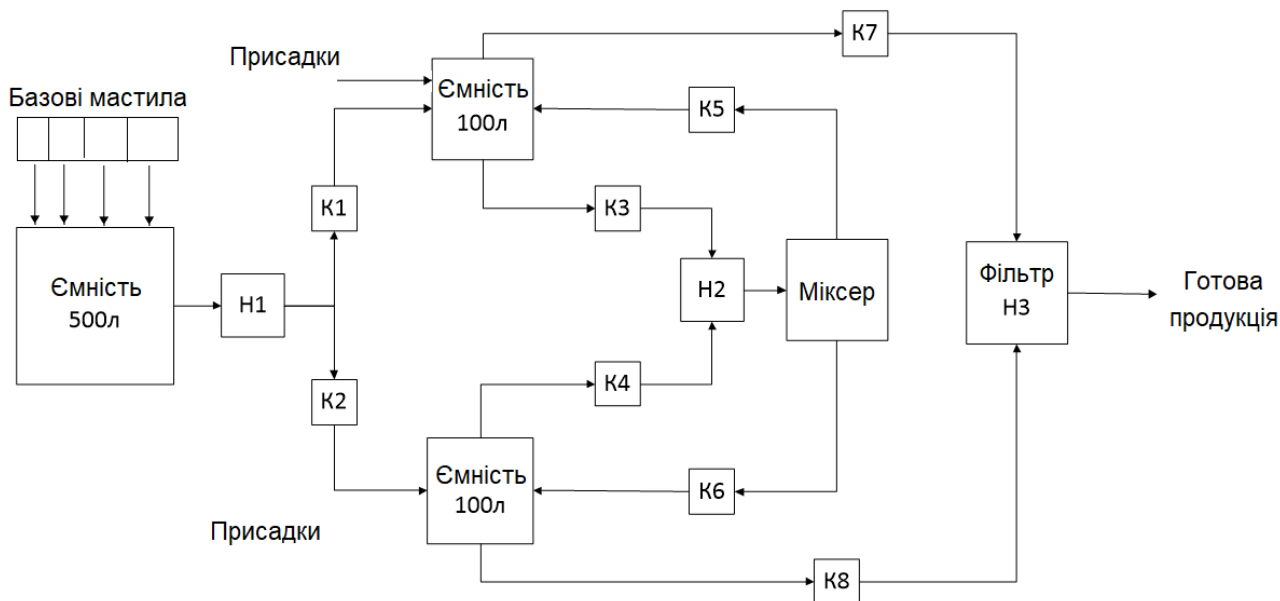


Рисунок 1.5 – Структурна схема технологічного процесу змішування технічного мастила

До складу технологічного обладнання входять:

- насос Н1 $P = 2,2$ кВт, номінальна частота обертання 3000 об./хв. продуктивність від 32 л/хв.;
- насос циркуляційний Н2 $P = 2,2$ кВт, $I_n = 4,9$ А, номінальна частота обертання 2855 об./хв.;
- група механізмів Н3 (електродвигун щіток М1: $P = 0,37$ кВт, $I_n = 1,11$ А номінальна частота обертання 1370 об./хв. двигун насоса М2: $P = 0,25$ кВт, $I_n = 0,95$ А, номінальна частота обертання 870 об./хв.; двигун насоса М3: $P = 0,37$ кВт, $I_n = 1,12$ А, номінальна частота обертання 1340 об./хв.); сумарна номінальна потужність становить 0,99 кВт, продуктивність 14 л/хв., запуск групи проводиться одночасно;
- силові ланцюги електроживлення 380В змінного струму;
- група електромагнітних клапанів К1-К8;
- ланцюг управління котушками електромагнітних клапанів (К1-К8) 24В постійного струму. Споживана потужність 4х31 Вт і 4х38Вт;
- ланцюг управління котушками контакторів (Н1-Н3) 220В змінного струму.

Устаткування групи НЗ має ланцюги живлення до складу яких входять автоматичний вимикач (один на групу), контактори (ПМ1 0910) і захисні теплові реле для кожної одиниці обладнання.

До складу ланцюга управління котушками контакторів групи НЗ входить пресостат з задіяними NC контактами.

1.3 Стислі відомості про топологічне розміщення структурних підрозділів підприємства «TechLube» та технології збору та передачі інформації

Підприємство «TechLube», яке спеціалізується на виробництві моторних олів, використовує передові технології збору та передачі інформації для покращення процесів виробництва та контролю якості продукції. Однією з ключових складових цих технологій є локальна комп'ютерна мережа, яка забезпечує ефективний обмін даними між різними відділами підприємства та контроль за виробничим процесом.

Система моніторингу кіберфізичної системи збирає та відображає дані про різні аспекти виробництва відповідно до технологічного процесу. Ці дані передаються до центральної системи, де вони аналізуються та використовуються для прийняття управлінських рішень. Використання моніторингу дозволяє підтримувати стабільність та якість продукції, а також зменшує ймовірність людських помилок.

LAN використовується для підключення комп'ютерів та інших пристроїв на підприємстві. Вона дозволяє швидко та ефективно передавати дані між відділами, спрощує спільну роботу та координацію завдань. Локальна мережа також використовується для підключення сенсорів, датчиків та інших пристроїв моніторингу, що дозволяє в реальному часі контролювати різні параметри виробництва.

Підприємство розташовано на виробничих площах, що розташовані територіально у місті Новомосковськ на вул. Заводська, Дніпропетровської області. Підприємство складається з виробництва: цех по виробництву мастил;

склад зберігання матеріалів та готової продукції та адміністративне приміщення. Головний офіс підприємства знаходиться у місті Дніпро на пр. Лесі Українки.

Загальна відстань по прямій складає біля 23 кілометрів (рисунок 1.6). Організація мережевого зв'язку між виробництвом та офісом відбувається завдяки апаратно-технічним засобам інтернет провайдера «Фрегат».



Рисунок 1.6 – Геотопологічне розташування підрозділів підприємства «TechLube»

План будівлі виробничої площі підприємства «TechLube» наведено на рисунку 1.7-1.4.

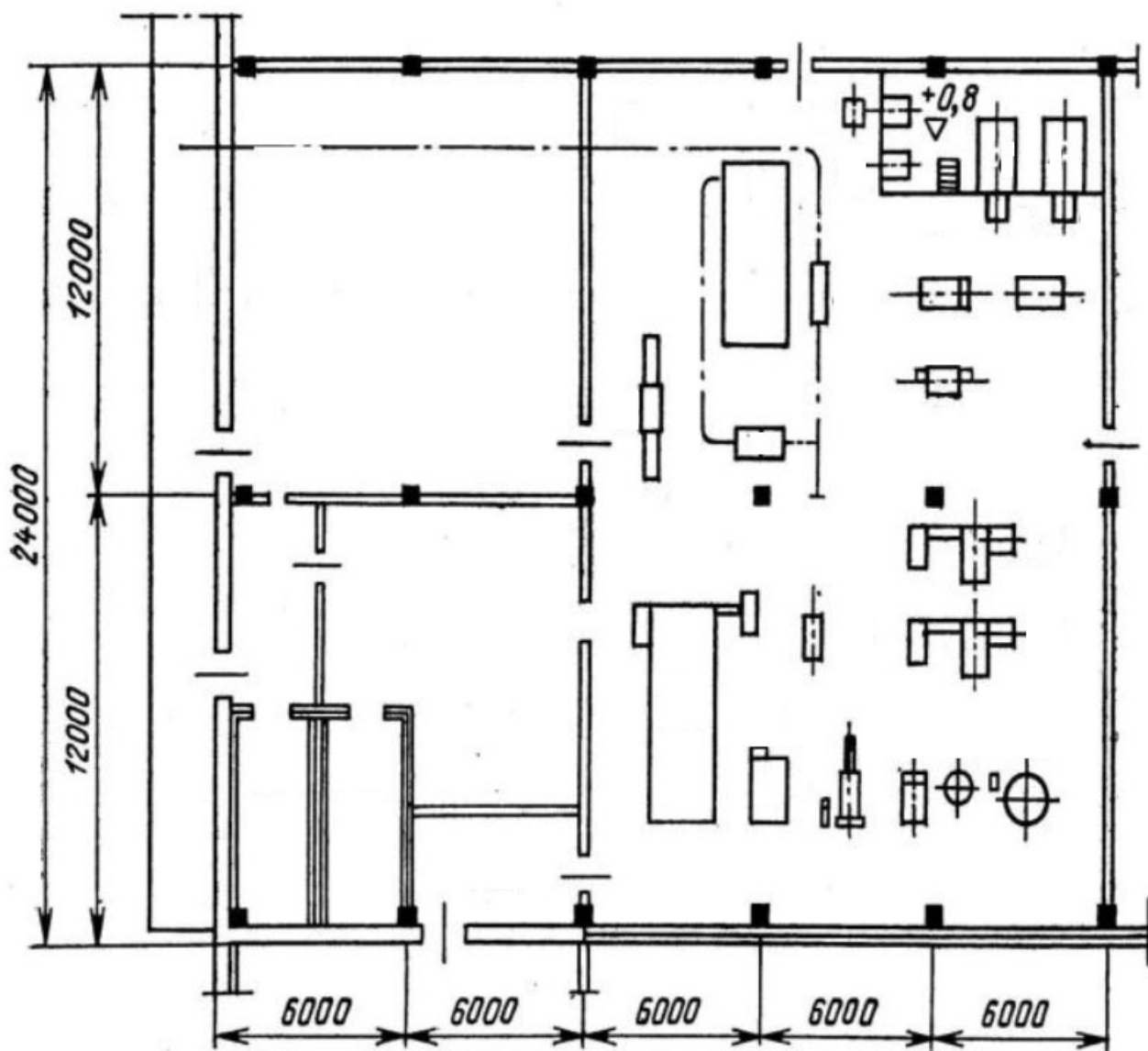


Рисунок 1.7 – План приміщень виробництва «TechLube»

План будівлі офісних приміщень підприємства «TechLube» з розташуванням структурних підрозділів підприємства наведено на рисунку 1.8.

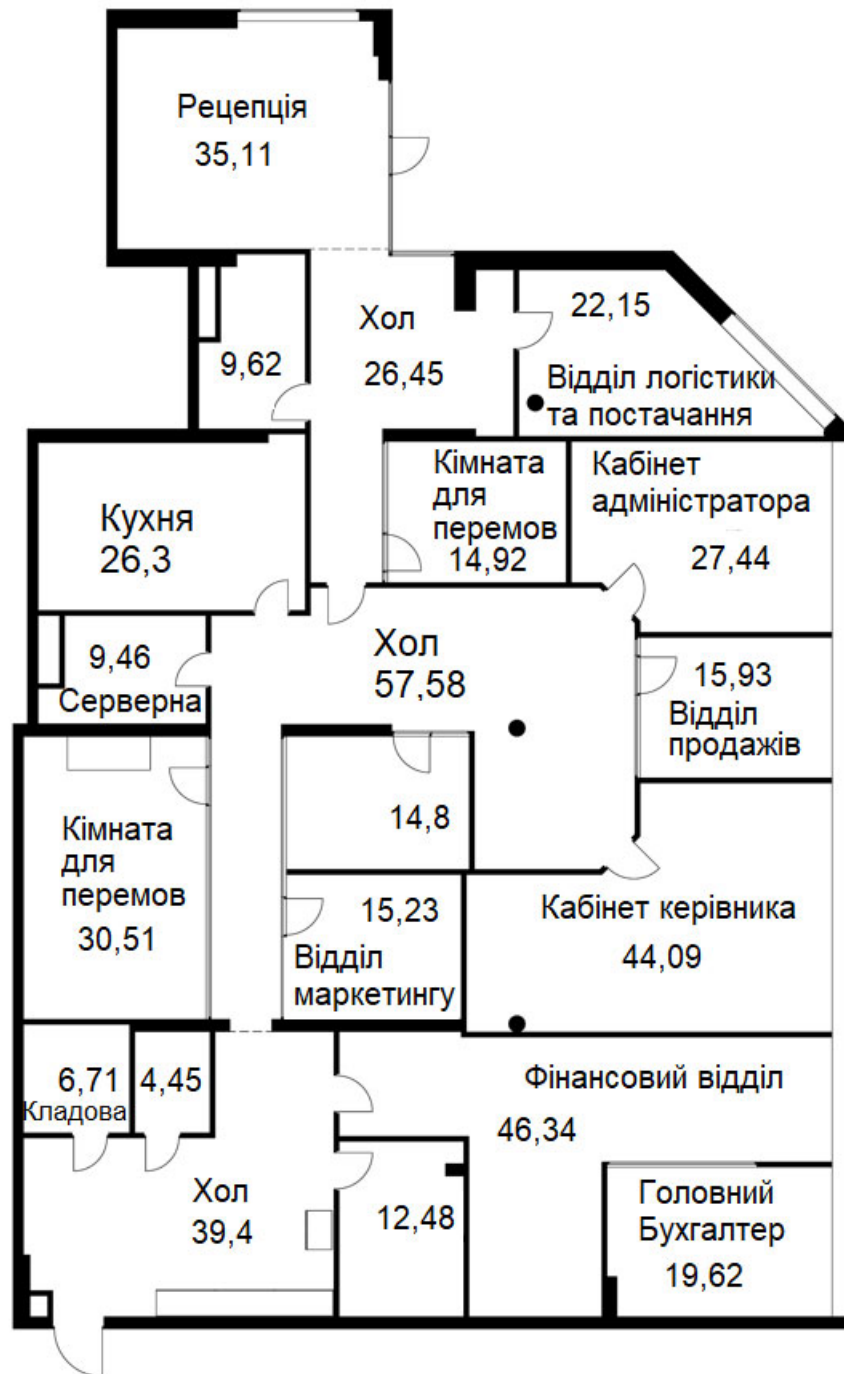


Рисунок 1.8 – План офісних приміщень «TechLube»

Основну інформацію, важливу для ефективної роботи підприємства «TechLube», можна класифікувати за такими напрямками:

- бухгалтерська інформація;
- інформація про облік виготовлених товарів;
- інформація про облік матеріально-технічних ресурсів;

- інформація про облік персоналу;
- маркетингова та рекламна інформація;
- відеоінформація.

Для збору, структурування та обробки цієї інформації використовуються спеціалізовані програми та програмні комплекси, які застосовують бази даних та користувацькі інтерфейси.

Передача інформації здійснюється у цифровій формі з кодуванням та забезпеченням захисту.

Для передачі інформації використовуються такі канали зв'язку: обчислювальні мережі (дротові, оптоволоконні, бездротові) та мережі мобільного зв'язку. Канали зв'язку мають забезпечувати високу швидкість передачі інформації та достатню ємність.

Для відображення інформації застосовуються зручні для користувачів програмні інтерфейси.

Основною технологією передачі інформації в корпоративній мережі підприємства є концепція комутації пакетів, яка базується на адресації. Це дозволяє мережі функціонувати при можливих збоях на окремих ділянках та забезпечує адаптивність і динамічність маршрутизації.

1.4 Принципи та технічні способи інформаційного забезпечення підприємства «TechLube»

Інформаційне забезпечення підприємства «TechLube», що спеціалізується на виробництві технічних мастил, включає в себе комплекс заходів та технічних рішень, спрямованих на забезпечення ефективного управління та координацію діяльності різних відділів та локацій підприємства.

Це включає в себе встановлення централізованої системи управління даними, яка забезпечує збір, зберігання та обробку інформації з усіх аспектів виробництва, складського обліку та адміністрування. Використання спеціалізованих програмних засобів дозволяє автоматизувати процеси керування та оптимізувати робочі потоки.

Особливу увагу приділено використанню сучасних технологій зв'язку та встановленню внутрішньої локальної мережі (LAN), яка забезпечує швидкий та надійний обмін даними між різними відділами та локаціями підприємства.

З метою забезпечення безпеки та захисту інформації використовуються системи моніторингу та контролю, а також заходи для захисту від несанкціонованого доступу та збереження конфіденційності даних.

Крім того, підприємство регулярно оновлює та удосконалює своє інформаційне забезпечення, враховуючи сучасні технологічні та виробничі вимоги, а також умови на ринку, що постійно змінюються. Такий підхід допомагає забезпечити ефективну та безпечну роботу підприємства з виробництва технічних мастил «TechLube».

1.5 Завдання і мета роботи, що виконується

Завданням даної кваліфікаційної роботи є розробка кіберфізичної системи підприємства “TechLube” з розробкою побудови, налаштування та безпеки корпоративної мережі.

У рамках виконання роботи необхідно на основі аналізу галузі та об'єкта впровадження розробити технічні вимоги до кіберфізичної системи та мережі підприємства “TechLube”.

Базуючись на технічних вимогах виконати розробку схем та специфікацій апаратно-технічного комплексу кіберфізичної системи та мережі підприємства.

Враховуючи структуру мережі на підприємстві, з її підмережами, взаємозв'язками та кількістю вузлів і мережевої техніки, необхідно здійснити розрахунок налаштувань для встановленої топології мережі. Крім того, потрібно обрати протоколи обміну та інтерфейси каналів зв'язку. Потрібно розробити топологічну схему комп'ютерної мережі, визначити налаштування маршрутизації, а також провести її моделювання і перевірити працездатність моделі.

Загальна схема архітектури мережі підприємства згідно з поставленим завданням на кваліфікаційну роботу наведена на рисунку 1.9.

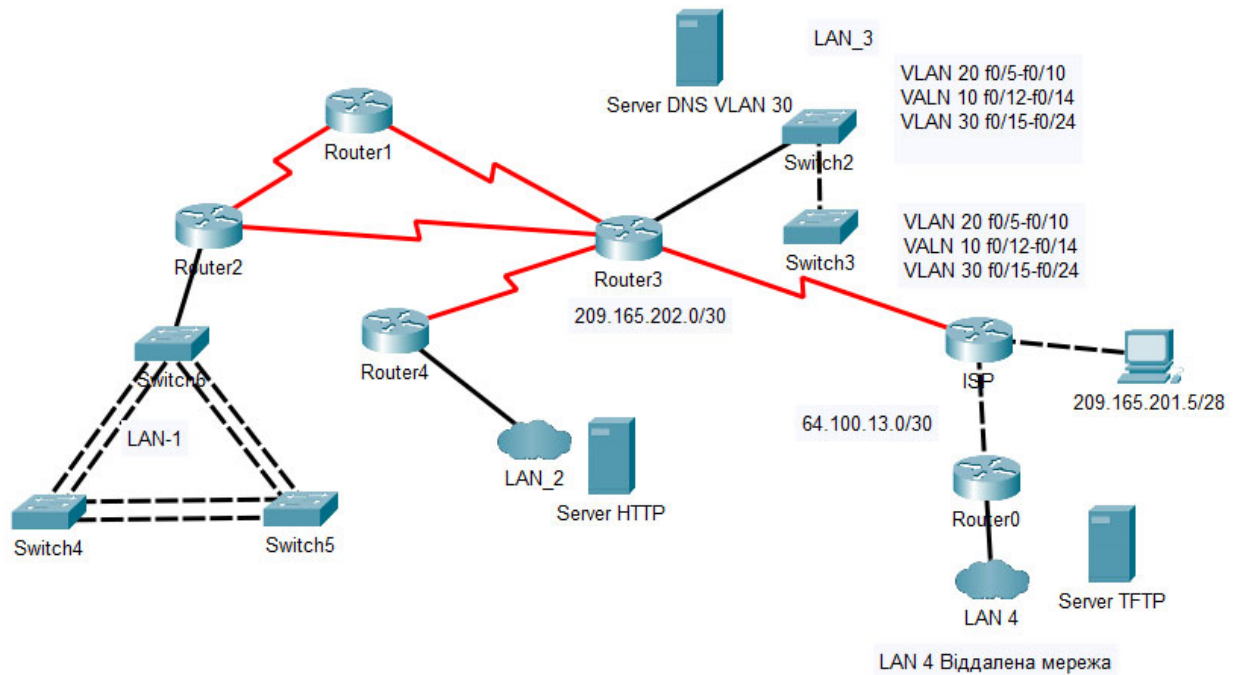


Рисунок 1.9 – Схема архітектури мережі згідно завдання

При виконанні розробки компонента системи обрати засоби збору, передачі та обробки інформації та розробити алгоритм для програмного забезпечення технологічного процесу змішування технічного мастила.

1.6 Аналітичний огляд існуючих способів обробки та передачі інформації, з огляду на умови об'єкту

Для підприємства, що займається виробництвом технічного мастила та має розподілені локації з виробничими потужностями та офісними приміщеннями, ефективна обробка та передача інформації має вирішальне значення для підтримки зв'язку між цими локаціями.

Один з можливих методів забезпечення зв'язку - використання різних інтернет-провайдерів та мережевих рішень. Від DSL/Cable до швидкого і надійного з'єднання за допомогою фіброоптики, вибір підходящого провайдера може забезпечити стабільну та ефективну передачу даних між виробничими та офісними локаціями.

Паралельно, використання віртуальних приватних мереж (VPN) може забезпечити безпечний та приватний обмін даними через відкриті мережі, якщо важливо зберігати конфіденційність даних. Також варто розглянути можливість перенесення частини обробки даних до хмарних обчислювальних сервісів, що полегшить доступ до інформації та зменшить навантаження на місцеві мережі.

Для ефективного керування виробничим процесом і забезпечення спільної роботи над документами та даними між локаціями можна розглянути використання спеціалізованих систем керування виробництвом (MES) та систем спільного доступу до даних, таких як Dropbox, Google Drive або Microsoft OneDrive.

Нарешті, для швидкого реагування на термінові питання та покращення комунікації між персоналом на різних локаціях, використання мобільних комунікаційних рішень може бути важливим аспектом організації зв'язку.

Загалом, вибір підходящих методів обробки та передачі інформації між розподіленими локаціями залежить від конкретних потреб підприємства щодо швидкості, безпеки, надійності та доступності зв'язку. Комбінація різних методів може бути оптимальним рішенням для забезпечення ефективного обміну інформацією та підтримки бізнес-процесів на всіх рівнях організації.

1.7 Визначення можливих напрямків рішення поставлених завдань

Для побудови мережі на базі 4 LAN, що об'єднані між собою за допомогою маршрутизаторів та комутаторів, можна використати різні підходи. Спочатку, необхідно розташувати маршрутизатори на межах кожного LAN для забезпечення маршрутизації даних між ними відповідно до наданої топології, а комутатори будуть використовуватися для підключення пристроїв в межах кожного LAN і забезпечення внутрішньої комутації даних. Налаштування маршрутизаторів включає встановлення маршрутів між LAN та налаштування файрволів для забезпечення безпеки. Також важливо налаштувати сервери, такі як HTTP сервер для доступу до веб-ресурсів, TFTP сервер для обміну файлами, і DNS сервер для розпізнавання доменних імен у мережі. Для оптимізації мережі можна

використовувати VLAN для сегментації мережі за функціональними або безпековими вимогами. Моніторинг та управління мережею включає в себе використання програмного забезпечення для моніторингу та аналізу трафіку, а також системи реєстрації журналів подій для відстеження активності та виявлення потенційних загроз безпеці. Такий підхід дозволить створити ефективну та безпечну мережу, яка відповідає потребам підприємства.

У аспекті створення кіберфізичної системи управління технологічним процесом змішування технічних мастил можна розглянути різні підходи. Один із можливих - використання систем автоматизації виробництва (PLC), які керують різними обладнаннями, такими як насоси та міксери. Додатково, встановлення сенсорів та використання мережі Інтернету речей (IoT) дозволяють отримувати дані про параметри процесу у реальному часі та віддалено керувати ним. Налаштування інтерфейсів візуалізації даних та аналізу цих даних може допомогти операторам відстежувати стан процесу та приймати рішення. Для оптимізації використання даних та їх аналізу використовуються хмарні технології, а також інтеграція з системами ERP та MES, що дозволяє оптимізувати управління ресурсами та координувати роботу різних ділянок виробництва. Ці рішення можуть використовуватися як окремо, так і в поєднанні з метою створення ефективної та надійної системи управління технологічним процесом змішування технічних мастил.

2. РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ КОМПЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Технічні вимоги до Системи

2.1.1 Вимоги до Системи в цілому

Повна назва системи: Кіберфізична система комплексу по виготовленню технічного мастила підприємства “TechLube” (далі Система).

Система поєднує фізичні процеси та обчислювальні ресурси через мережеву інфраструктуру, забезпечує контроль, збір та обробку технологічної інформації функціонування виробничого обладнання та забезпечує інформаційний зв’язок між структурними підрозділами підприємства “TechLube”

2.1.1.1 Вимоги до структури і функціонуванню Системи

2.1.1.1.1 Перелік підсистем, їхнє призначення й основні характеристики, вимоги до числа рівнів ієрархії та ступені централізації Системи

Система має складатися з корпоративної мережі підприємства (далі Підсистема 1) та комплексу технічних засобів, що забезпечують: збір та обробку сигналів від технологічного процесу змішування мастила; керування обладнанням; графічний інтерфейс оператора (далі Підсистема 2).

До складу Підсистеми 1 входить чотири локальні підмережі (кількість обумовлена завданням на кваліфікаційну роботу).

Відповідно до організаційної структури підприємства, аналізу топографічного розташування, функціонального призначення та схеми архітектури мережі у Підсистемі 1 можна виділити наступні підмережі:

- відділ продажів та маркетингу (LAN_1 повинна забезпечити можливість під’єднання до 28 вузлів);
- відділ керівництва та адміністрації (LAN_2 повинна забезпечити можливість під’єднання до 16 вузлів та роботу HTTP сервера);

- відділ логістики та постачання, фінансовий відділ (LAN_3 повинна забезпечити можливість під'єднання до 45 вузлів, мати у своєму складі віртуальні локальні мережі та DNS сервер);
- виробничого відділу (LAN_4 повинна забезпечити можливість під'єднання до 19 вузлів).

Кожна підмережа Підсистеми 1 має забезпечувати зв'язок та обмін даними, спільний доступ до ресурсів, централізоване управління та адміністрування, безпеку та контроль доступу, підтримка бізнес-додатків, резервне копіювання та відновлення даних.

Підсистема 2 повинна забезпечувати моніторинг параметрів процесу в режимі реального часу, надаючи оператору можливість регулювати ці параметри для оптимальної якості продукту. Вона має інформувати про збої або аварійні ситуації через попередження та сигнали тривоги, а також дозволяти оператору швидко втрутитися і вжити необхідних заходів. Підсистема 2 повинна забезпечувати можливість використання графіків, діаграм та інших візуальних засобів для відображення даних про процес змішування, зберігати історію процесів і параметрів для аналізу продуктивності обладнання, та забезпечувати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для користувачів. Крім того, вона повинна контролювати доступ до системи керування через аутентифікацію користувачів, підтримувати автоматизовані режими роботи і забезпечувати можливість інтеграції з іншими системами підприємства.

2.1.1.1.2 Вимоги до способів і засобів зв'язку для інформаційного обміну між компонентами Системи

Компоненти системи повинні бути оснащені технічними та програмними засобами, які використовуються для створення, отримання, обробки, зберігання, передачі та доставки повідомлень у сфері електров'язку або поштових відправлень. Канали зв'язку мають бути сконструйовані з використанням екранованої витої пари, оптичного волокна та бездротових технологій зв'язку.

2.1.1.1.3 Вимоги до характеристик взаємозв'язків створюваної Системи із суміжними системами

Розроблювана Система повинна забезпечувати зв'язок з суміжними системами, включаючи можливість розширення через стандартні мережеві інтерфейси, такі як Ethernet, Wi-Fi та Profinet.

2.1.1.1.4 Вимоги до режимів функціонування Системи

Підсистема 1 повинна мати неперервну доступність протягом усіх 24 годин, мінімізацію часу простою, швидку відновлюваність у разі збоїв, проведення регулярного обслуговування та оновлень з мінімальним впливом на роботу мережі, а також ефективне керування часом для оперативного вирішення проблем.

Підсистема 2 має забезпечувати неперервну роботу протягом всієї доби з ефективним використанням часу, швидку реакцію на зміни в виробничому процесі, мінімізацію часу простою, регулярне обслуговування без значного зниження продуктивності, можливість моніторингу і діагностики для вчасного виявлення проблем.

2.1.1.1.5 Вимоги до діагностування Системи

Діагностика елементів Системи повинна бути розділена на фізичну та програмну складові. Програмна діагностика має включати в себе використання програмно-командних інструментів, таких як робота з консоллю, для перевірки цілісності зв'язку між вузлами. Фізична діагностика має включати в себе візуальну перевірку каналів зв'язку та використання апаратних пристроїв. Для постійного моніторингу може використовуватися інтелектуальне апаратне забезпечення, яке підключається до мережі.

2.1.1.1.6 Перспективи розвитку, модернізації Системи

Можлива модернізація Системи за умови заміни застарілого або непрацюючого обладнання на більш продуктивне, якщо характеристики нового обладнання відповідають вимогам Системи.

2.1.1.2 Вимоги до показників призначення

Система повинна забезпечувати ефективну інтеграцію даних та процесів між офісними підрозділами та виробничими установками, включаючи процеси змішування технічного мастила.

Система повинна підтримувати оптимальний рівень виробництва шляхом ефективного контролю за процесами змішування технічного мастила та автоматизації виробничих процесів.

Система має бути забезпечена засобами моніторингу та діагностики, які дозволяють вчасно виявляти та усувати будь-які несправності або збої в процесах змішування технічного мастила.

Система має забезпечувати захист конфіденційної інформації та даних, шляхом застосування сучасних засобів шифрування та захисту.

Система має забезпечувати можливості розширення та масштабування системи в разі зростання обсягів виробництва або розширення бізнесу.

2.1.1.3 Вимоги до експлуатації

2.1.1.3.1 Умови і режим експлуатації, що повинні забезпечувати використання технічних засобів Системи з заданими технічними показниками

Умови і режим експлуатації технічних засобів обладнання Системи повинні включати належне живлення, охолодження та вентиляцію, регулярне обслуговування та технічне обслуговування, заходи безпеки, моніторинг та діагностику, забезпечення резервного копіювання та відновлення даних, а також дотримання вимог виробників обладнання.

2.1.1.3.2 Вимоги до параметрів мереж енергопостачання

Живлення елементів системи змінною напругою має бути здійснене через мережеві фільтри. Допустимі відхилення напруги для споживачів електричної енергії відповідають нормально допустимим $\pm 5\%$ і гранично допустимим $\pm 10\%$ від номінальної напруги електричної мережі, як визначено у чинному

держстандарті ГОСТ 21128. Поточне значення напруги складає $220V \pm 5\%$, а частота становить $50 \pm 0,2$ Гц, згідно з дійсним ГОСТ 13109-97.

2.1.1.3.3 Вимоги до кількості, кваліфікації обслуговуючого персоналу і режимам його роботи

Обслуговуючий персонал для виробництва повинен мати розуміння процесів змішування технічного мастила та здатність працювати в режимі 24/7 або згідно з графіком роботи системи.

Знання та навички персоналу з обслуговування мережі повинні охоплювати підтримку комп'ютерів, мереж зв'язку.

Кількість працівників, які забезпечують обслуговування, визначається згідно з чинним штатним розкладом.

2.1.1.3.4 Вимоги до складу, розміщенню й умовам збереження комплекту запасних виробів і приладів

Вимоги до комплекту запасних виробів і приладів (ЗВП) включають наступне: склад повинен включати всі необхідні компоненти для ремонту та підтримки системи; розташування має бути легко доступним та захищеним від негативного впливу середовища; умови зберігання повинні забезпечувати запобігання пошкодженню або деградації; кожен елемент має бути чітко позначений для швидкого пошуку та використання; комплект повинен періодично оновлюватися з урахуванням змін у системі та вимогах.

2.1.1.3.5 Вимоги до регламенту обслуговування

Інструкції з експлуатації повинні визначати види, частоту та регламент обслуговування технічних засобів, проте це повинно робитися не рідше одного разу на рік.

2.1.1.4 Вимоги до патентної чистоти

Розроблювана Система призначена для використання в Україні та не є обмеженою вимогами щодо патентної чистоти. Використання апаратного та програмного забезпечення Системи дозволяється лише відповідно до умов

ліцензії, а передача цього обладнання чи програмного забезпечення третім особам можлива лише за письмовою згодою постачальника або розробника.

2.1.1.5 Додаткові вимоги

2.1.1.5.1 Вимоги до Системи, пов'язані з особливими умовами її експлуатації

Система не вимагає специфічних умов експлуатації.

2.1.1.5.2 Вимоги до активного обладнання

Активне обладнання Підсистеми 1, таке як маршрутизатори та комутатори, повинне забезпечувати комутацію між усіма підмережами, враховуючи кількість вузлів, зазначених у вимогах у пункті 2.1.1.1. Під час вибору обладнання слід забезпечити наявність 10% запасу вільних портів для активного обладнання. Формфактор активного обладнання повинен бути спроектований для встановлення у стійці.

Активне обладнання Підсистеми 2 повинно мати загальнопромисловий формфактор виконання з наявністю резервних портів по кожному типу сигналів у кількості 10%.

2.1.1.5.3 Вимоги до кабель-каналів, інформаційних та електричних розеток

Кабельні канали, розміщені поза приміщеннями, повинні відповідати вимогам, встановленим у Наказі від 25 червня 2013 року № 336. «Про затвердження Технічних вимог до створення технологічної інфраструктури телекомунікаційних мереж доступу»

2.1.1.5.4 Вимоги до комунікаційного обладнання і його розташування

Комунікаційне обладнання повинно розміщуватися у відокремленому приміщенні, яке обладнане системою примусової вентиляції та кондиціонування. Обрані для використання стійки повинні мати стандартний розмір 19 дюймів. При виборі моделі стійки необхідно враховувати наявність достатнього простору для можливості подальшого додаткового обладнання.

2.1.1.5.5 Вимоги до однорідності

Вид кабелів має відповідати проектним обчисленням і може включати як мідну виту пару з екранованою оболонкою, так і оптичне волокно. Кількість електричних розеток повинна забезпечити індивідуальне підключення мережевого обладнання, робочих місць і іншого обладнання згідно з їх розміщенням, з запасом у 20%. Кількість та розміщення розеток RJ45 мають відповідати проектному розрахунку, з додатковим запасом 10% для можливого розширення. Кабельні канали повинні бути закритого типу, а їх розміщення та розміри повинні відповідати проектним обчисленням.

2.1.1.5.6 Вимоги до резервування;

Кіберфізична система повинна бути здатна забезпечити збереження резервних копій даних. Дані, які мають важливе економічне та стратегічне значення для функціонування та розвитку підприємства, повинні зберігатися на апаратному рівні.

2.1.2 Вимоги до задач (налаштувань), які виконуються у Системі

Підсистема 1 має складатися з чотирьох сегментів LAN1-LAN4.

Кількість вузлів для кожного сегменту має складати 28, 16, 45, 19 одиниць відповідно.

Блок адрес для виділення підмереж має бути: 192.168.IPn.0/24, де IPn=130.

Інтенсивність трафіку $\mu=178$ кадри/с.

Необхідно виконати розробку адресації для вузлів корпоративної мережі відповідно до вимог, наведених вище.

При розрахунку відповідно до [1] необхідно:

- застосовувати блок адрес версії IPv4;
- для каналів між маршрутизаторами застосувати блок адрес 10.0.№.0/24, де № =3;
- врахувати кількість вузлів в підмережах;
- перші можливі для використання IP-адреси призначати інтерфейсам і підінтерфейсам маршрутизаторів у LAN;

- другі з можливих IP-адрес призначати комутаторам у LAN;
- серверам привласнити IP-адреса за правилом: IP-адрес дорівнює першому можливому адресу у мережі+9+№, де № =3;
- останні з використовуваних IP-адрес призначати вузлам;
- в мережах VLAN використовувати адресацію кінцевих пристроїв за протоколом DHCP.

Необхідно виконати базове налаштування конфігурації пристроїв, а саме:

- назначити назви пристроям за наступним правилом: Stepanchenko_тип пристрою_номер пристрою;
- на всіх пристроях назначити пароль cisco до консолі і vty;
- на всіх пристроях назначити пароль class до привілейованого режиму;
- усі паролі, що зберігаються у відкритому вигляді, пропонується під час налаштування моделі комп'ютерної мережі зашифрувати;
- розробити банер MOTD;
- назначити на усіх лініях vty використання протоколу ssh;
- призначити на всіх пристроях користувача за правилом: 12321zsk_Stepanchenko, з паролем admincisco;
- в якості імені домена використати ім'я пристрою. Для шифрування даних створювати ключ RSA завдовжки 1024 біт;
- на DCE-інтерфейсах маршрутизаторів призначити встановлення значення тактової частоти – 128000.
- налаштувати аудит і відправку повідомлень про початок і завершення процесу ехес, з використанням локальної бази.

2.1.3 Вимоги до видів забезпечення Системи

2.1.3.1 Вимоги до математичного забезпечення

Вимоги не пред'являються

2.1.3.2 Вимоги до інформаційного забезпечення

Необхідно забезпечити: захищеності локальної мережі від несанкціонованого доступу; шифрування даних, що передаються через мережу;

створення резервних копій даних, які зберігаються в локальній мережі; моніторинг стану та активності мережі для виявлення проблем; сумісності та інтеграції інформаційної системи з системами виробництва для забезпечення ефективного обміну даними та координації процесів; неперервну роботу Системи навіть у випадку виникнення технічних проблем або відмов окремих компонентів мережі; можливості масштабування мережі; якості обслуговування для важливих додатків та сервісів (QoS).

2.1.3.3 Вимоги до лінгвістичного забезпечення

Інтерфейси природної мови повинні бути зрозумілими та інтуїтивними, забезпечуючи швидкий доступ до функцій системи для співробітників офісу та виробництва. Важливо, щоб система підтримувала галузеву термінологію, специфічну для виробництва технічного мастила.

Система повинна підтримувати стандартні мови програмування та протоколи для забезпечення сумісності з існуючими системами управління виробництвом і офісними додатками, а також бути гнучкою для налаштування та розширення функціоналу.

Захист даних користувачів та конфіденційної інформації про виробничі процеси має бути на високому рівні, включаючи використання механізмів аутентифікації для запобігання несанкціонованому доступу. Інтеграція системи з іншими виробничими та офісними системами, такими як ERP та MES, повинна бути простою, забезпечуючи сумісність через наявність API для доступу до мовних функцій та інтеграції з корпоративними додатками.

2.1.3.4 Вимоги до технічного забезпечення

Мережева інфраструктура повинна бути високошвидкісною і надійною, включаючи дротові, оптоволоконні та бездротові мережі. Використання високошвидкісних комутаторів і маршрутизаторів від Cisco, Juniper або Aruba, які підтримують сучасні мережеві протоколи (наприклад, 10G Ethernet) та забезпечують низьку затримку передачі даних, є обов'язковим. Також необхідно

встановити точки доступу Wi-Fi 6 (802.11ax) для забезпечення високошвидкісного бездротового зв'язку у виробничих та офісних приміщеннях.

Робочі станції для адміністративного персоналу повинні відповідати мінімальним вимогам офісного стандарту, такі як Dell OptiPlex або HP ProDesk, з середньопродуктивними процесорами і оперативною пам'яттю (не менше 8 ГБ).

Необхідно забезпечити стабільний та швидкісний інтернет-зв'язок через надійних провайдерів з використанням сучасних маршрутизаторів з підтримкою VPN для безпечного зовнішнього доступу до внутрішніх ресурсів системи.

Для захисту серверів та мережевого обладнання від перебоїв в електропостачанні потрібно використовувати джерела безперебійного живлення (UPS) від APC, Eaton або CyberPower.

Обладнання структурованої кабельної системи повинно бути від європейського виробника та відповідати вимогам якості та надійності.

Серверне обладнання повинно мати наступні характеристики: процесор з тактовою частотою не менше 3,3 ГГц, не менше 16 ГБ оперативної пам'яті, жорсткий диск об'ємом 1 ТБ та мережевий контролер зі швидкістю 1 Гб/с.

Обладнання для керування та моніторингу технологічного процесу має будуватися на серії Simatic.

2.1.3.5 Вимоги до організаційного забезпечення

Організаційна структура повинна чітко визначати ролі та відповідальності персоналу, що працює з Системою, включаючи ІТ-спеціалістів, операторів виробництва, менеджерів і кінцевих користувачів, а також передбачати призначення проектного менеджера для координації впровадження та експлуатації системи.

Навчальні програми для персоналу повинні включати як базові, так і спеціалізовані курси для різних груп користувачів, а також систему сертифікації для підтвердження їхньої кваліфікації. Стандартизовані операційні процедури (SOP) повинні регламентувати роботу з Системою, включаючи технічне обслуговування, моніторинг і реагування на інциденти, а також вестися детальна

документація, така як інструкції користувача, технічні керівництва, журнали технічного обслуговування та звіти про інциденти.

Регулярне технічне обслуговування системи повинно бути планованим і виконуваним для забезпечення її безперебійної роботи, а служба підтримки має оперативно вирішувати технічні проблеми і надавати консультації користувачам. Політики інформаційної безпеки повинні включати управління доступом, захист даних і реагування на інциденти, забезпечуючи конфіденційність інформації та відповідність нормативним вимогам.

Моніторинг Системи повинен здійснюватися через впровадження систем контролю для виявлення і попередження потенційних проблем, а регулярна звітність має включати технічний стан, інциденти і продуктивність системи. Важливо також забезпечити сумісність і інтеграцію кіберфізичної системи з іншими інформаційними і виробничими системами підприємства, а також ефективну взаємодію між офісними підрозділами та виробництвом для оптимізації процесів.

Для забезпечення високої якості функціонування системи повинні бути встановлені чіткі вимоги до якості виконуваних робіт, а регулярні аудити та перевірки повинні забезпечувати відповідність системи встановленим стандартам і вимогам.

2.1.3.6 Вимоги до методичного забезпечення

Методичне забезпечення для користування цією Системою не передбачено.

У процесі експлуатації для обслуговування Системи повинно вестись журналування технічного обслуговування, змін та аспектів, пов'язаних із забезпеченням її стабільної працездатності.

2.2 Розробка інженерних рішень для реалізації кіберфізичної системи підприємства «TechLube»

2.2.1 Вибір і обґрунтування структурної схеми комплексу технічних засобів кіберфізичної системи підприємства «TechLube» шляхом узгодження структури з топологічними особливостями об'єкту розробки

Для вибору та обґрунтування структурної схеми комплексу технічних засобів (далі КТЗ) кіберфізичної системи підприємства "TechLube" необхідно врахувати кілька ключових факторів. По-перше, слід аналізувати потреби та завдання системи з урахуванням специфіки діяльності підприємства. По-друге, важливо оцінити доступні технічні рішення та обґрунтувати їх відповідність вимогам та можливостям компанії.

Структурна схема повинна містити серверне обладнання для зберігання та обробки даних, мережеві пристрої для створення комунікаційної інфраструктури, обладнання для збору та передачі даних з об'єктів моніторингу, а також програмне забезпечення для управління та аналізу інформації.

Вибір кожного компонента повинен обґрунтовуватися на основі його технічних характеристик, вартості, здатності інтегруватися з існуючою інфраструктурою, а також очікуваних переваг для підприємства. Після аналізу цих факторів можна визначити оптимальну структурну схему, яка найбільше відповідає потребам і можливостям підприємства "TechLube".

Під час створення комп'ютерної мережі необхідно врахувати технічні вимоги, що пред'являються до цієї Системи.

З урахуванням усіх висунутих вимог та на основі обстеження об'єкта проектування була розроблена структурна схема комплексу технічних засобів комп'ютерної мережі підприємства готельного сервісу "Dream house", що представлена на рисунку 2.1.

Структурна схема відображає поєднання наступних засобів:

- маршрутизатори рівня ядра – використовуються в основній мережевій інфраструктурі для маршрутизації великого обсягу даних між сегментами мережі;
- комутатори рівня доступу – використовуються для з'єднання кінцевих пристроїв з мережею. Зазвичай підтримують функції VLAN, QoS та PoE;

- кінцеві пристрої – комп'ютери, принтери, IP-телефони, т.і. Підключені до локальної мережі через кабельні з'єднання, такі як UTP або FTP, або за допомогою бездротового інтерфейсу;
- сервер TFTP –використовує протокол Trivial File Transfer Protocol (TFTP) для обміну файлами в мережі. TFTP сервери часто використовуються для завантаження програмного забезпечення або конфігураційних файлів на мережеві пристрої, такі як маршрутизатори або комутатори;
- сервер HTTP – надає можливість передачі веб-сторінок і ресурсів через протокол HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Обробляє запити від клієнтських пристроїв (наприклад, веб-браузерів) і надсилає їм вміст веб-сторінок, зображень, файлів CSS, JavaScript і т. д. через мережу Інтернет;
- сервер DNS – виконує функцію перетворення доменних імен в IP-адреси і навпаки. Використовується для забезпечення роботи системи доменних імен Інтернету, де кожному доменному імені (наприклад, example.com) відповідає унікальна IP-адреса.

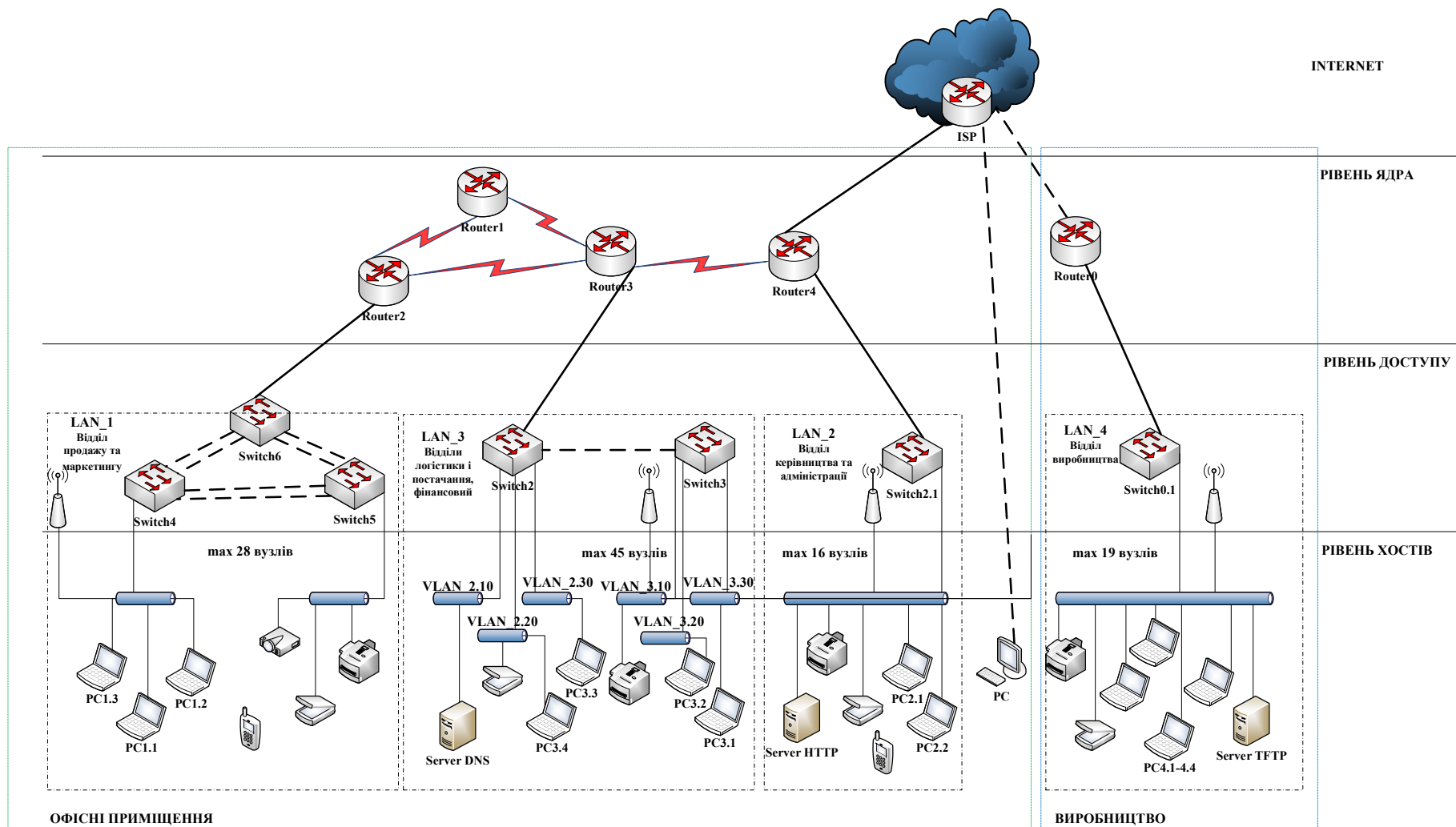


Рисунок 2.1 – Структурна схема КТЗ кіберфізичної системи підприємства "TechLube"

Маршрутизатори в корпоративній комп'ютерній мережі будуть об'єднані на рівні ядра і розподілу, оскільки мережа має невеликий розмір. Заплановане підключення до Інтернету буде здійснене через головний маршрутизатор на рівні ядра.

2.2.2 Розробка специфікації апаратних засобів Підсистеми 1

Відповідно до структурної схеми КТЗ кіберфізичної системи виконуємо розробку специфікації апаратних засобів Підсистеми 1 для рівня ядра та доступу.

Для організації рівня ядра необхідно 4 маршрутизатори, з урахуванням, що ISP маршрутизатор забезпечується провайдером.

Для організації LAN_1 з максимальною кількістю вузлів 28 необхідно 3 комутатори на 10 портів. Враховуючи резервування комутаторів необхідно додати ще по 4 порти, що буде становити 14 портів. Відповідно до технічних вимог враховуємо 10% запасу і отримуємо 16 портів на один комутатор.

Для LAN_2 необхідно один комутатор на 16 портів відповідно до макс. кількості вузлів. Враховуючи запас 10% отримуємо 18 портів.

Для LAN_3 з максимальною кількістю вузлів 45 необхідно два комутатори по 23 порти. Враховуючи запас 10% отримуємо 26 портів. Обираємо найближче доступне виконання з 28 портами.

Для LAN_4 необхідно 1 комутатор на 19 вузлів. Відповідно до технічних вимог враховуємо 10% запасу і отримуємо 21 порт. Обираємо найближче доступне виконання з 24 портами.

Враховуючи ринкові пропозиції економічно вигідно обрати комутатори на 24 порти замість 16 та 18 портових.

Для організації бездротового доступу необхідно 4 точки доступу (по 1 для кожної LAN)

Загальна специфікація обладнання КТЗ Підсистеми 1 наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – специфікація апаратних засобів Підсистеми 1

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Одиниці виміру	Кількість	Примітки
1	2	3	4	5	6
1.	Маршрутизатор серії Cisco 2901: 2 onboard GE, 4 EHWIC slots, 2 DSP slots, 1 ISM slot, 256MB CF default , 512MB DRAM default, IP Base	Cisco 2901/K9	од.	4	За структурною схемою КТЗ: Router_0 (1,2,3,4) Детальні характеристики: [5]
2.	Комутатор серії Catalyst 1000: 24x 10/100 Ethernet ports, 2x 1GSFP and RJ-45 combo uplinks and 2x 1G SFP uplinks	Cisco C1000FE-24T-4G-L	од.	5	За структурною схемою КТЗ: LAN1 Switches_4 (5,6); LAN2 Switch_2.1, LAN4 Switch_0.1 Детальні характеристики: [6]
3.	Комутатор серії Catalyst 9500: 28x100G + 8x400G switch, NW Essentials License	Cisco C9500X-28C8D-E	од.	1	За структурною схемою КТЗ: LAN3 Switch_2 (3) Детальні характеристики: [7]
4.	Точка доступу серії Cisco Aironet 700: компактна точка доступу з дводіапазонним радіозв'язком 802.11n Standalone 702, 2x2:2SS; Int Ant; E Reg Domain	Cisco AIR-SAP702I-E-K9	од.	5	Детальні характеристики: [8]

Розглянемо вибір структурованої кабельної системи (СКС) на прикладі виробничого приміщення. Для цього складемо план розміщення вузлів комп'ютерної мережі і спроектуємо схему прокладання кабельних мереж, як показано на рисунку 2.2.

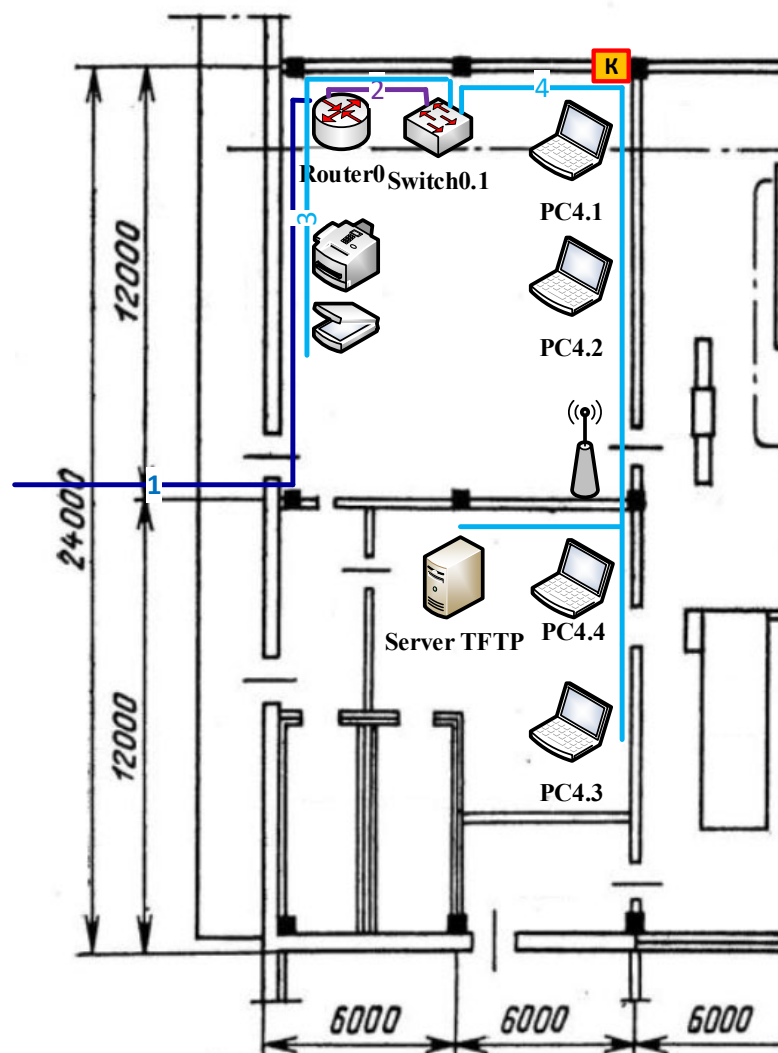


Рисунок 2.2 – Схема розміщення кабельних трас виробничого приміщення підприємства "TechLube"

Відповідно до схеми маємо 4 кабельні гілки: 1 – кабель від провайдера; 2 – кабель для поєднання комутатора з маршрутизатором; 3 – два кабелі для

підключення оргтехніки; 4 – шість кабелів для підключення ПК, серверу та точки бездротового доступу. К – розташування комутаційної коробки кабелю живлення.

Беручи до уваги розташування вузлів, кількість кабелів у гілках та геометричні розміри приміщення, складаємо специфікацію СКС (див. таблицю 2.2).

Таблиця 2.2 – Специфікація СКС виробничого приміщення.

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Одиниці виміру	Кількість	Примітки
1	2	3	4	5	6
1.	Кабельний канал пластиковий 20x40	«АСКО»	м	48	Для LAN4, розміщення крученої пари UTP
2.	Розетка комп'ютерна RJ45 кат.5е UTP подвійна	«Сокол»	од.	7	Для LAN4
3.	Lan-кабель F/UTP Cat-5е-PVC 4x2x0,51 100MHz	Pro100	м	154	Для LAN4
4.	Розетка із заземленням подвійна VS 2812150	«Сокол»	од.	7	Для LAN4
5.	Кабель живлення ПВС 3*1	«Сокол»	м	97	Для LAN4
6.	Кабельний канал пластиковий 20x40	«АСКО»	м	54	Для LAN4, розміщення кабелю живлення
7.	Комутаційна коробка	«АСКО»	од.	1	Для LAN4, комутація кабелю живлення

2.2.3 Розрахунок інтенсивності трафіку вихідного трафіку найбільшої локальної мережі підприємства «TechLube»

Ми маємо вихідний канал з пропускною здатністю 1 Гбіт/с. Щоб уникнути перенасичення каналу, швидкість прийому пакетів не повинна перевищувати швидкість їх відправлення. Припустимо, що послугами одночасно користуються всі користувачі.

Середня інтенсивність трафіку становить $\mu=178$ кадрів за секунду (див. п. 2.1.2), а середня довжина повідомлення дорівнює $l=750$ байт.

Припустимо, що всі користувачі одночасно користуються послугами. Розрахуємо пропускну здатність мережі для відділу логістики та постачання і фінансового відділу (LAN_3). У цій мережі є 2 комутатори рівня доступу, а загальна кількість користувачів становить $N=45$. Відповідно, пропускну здатність мережі на рівні доступу буде:

$$P_{p,p} = \mu * l * N * 8 = 178 * 750 * 45 * 8 = 240,3 \text{ Мбіт/с}, \quad (3.1)$$

Результати розрахунків не перевищують задані параметри мережі для вихідного каналу, отже, перевантажень на обраному обладнанні не очікується.

Комутатор рівня доступу передає трафік до маршрутизатора через вихідну лінію з пропускною здатністю 1000 Мбіт/с.

Сукупне навантаження на комутатор не повинно перевищувати:

$$\mu_{\text{вих}} = 1000 \text{ Мбіт/с} / (750 * 8) = 166667 \text{ пакетів/с}, \quad (3.2)$$

Оскільки кожне джерело в середньому генерує 178 пакетів за секунду, то максимальна кількість підключень до комутатора рівня доступу обмежена:

$$N = \mu_{\text{вих}} / \mu = 166667 / 178 = 936 \text{ джерел} \quad (3.3)$$

Це повністю відповідає потребам мережі з 45 вузлами. Кожен із 45 вузлів генерує потік заявок з інтенсивністю 178 кадрів/с. Сумарна інтенсивність вихідного трафіку від усіх користувачів складе:

$$\lambda = N * \mu = 45 * 178 = 8010 \text{ пакетів/с}, \quad (3.4)$$

Коефіцієнт затримки на рівні розподілу, що впливає на час очікування в черзі і є показником завантаженості вихідного каналу зв'язку, становить:

$$\rho = \lambda / \mu_{\text{вих}} = 8010 / 166667 = 0,05 \quad (3.5)$$

Коефіцієнт використання комутатора рівня розподілу складає:

$$r = \rho / (1 - \rho) = 0,05 / (1 - 0,05) = 0,05 \quad (3.6)$$

Середня затримка кадру, визначена чергою М/М/1, складає:

$$T = 1 / (\mu_{\text{вих}} - \lambda) = 1 / (166667 - 8010) = 6,3 \text{ мкс} \quad (3.7)$$

Середня кількість пакетів у черзі становить:

$$\zeta_{\text{чер}} = \rho^2 / (1 - \rho) = 0,05^2 / (1 - 0,05) = 0,003 \quad (3.8)$$

Ця цифра буде корисною при налаштуванні черг на обладнанні, оскільки в апаратурі можна вказати максимальний розмір черги пакетів. У даному випадку система обслуговує менше 1 пакету, що свідчить про великий запас по продуктивності.

Середній час, протягом якого пакет перебуває у черзі, складає:

$$T_{\text{оч}} = \zeta_{\text{чер}} / \lambda = 0,003 / 8010 = 0,37 \text{ мкс} \quad (3.9)$$

Даний показник нижче вимогового значення 6 мкс, що відповідає вимогам.

Розрахуємо пропускну здатність каналу.

$$\lambda = (\text{пропускна здатність}) / (\text{довжина кадру}) = b / l \quad (3.10)$$

$$b = \lambda * l = 8010 * (750 * 8) = 48\,060\,000 \text{ біт/с} = 48,06 \text{ Мбіт/с} \quad (3.11)$$

Отже, це значення відповідає пропускну здатності вихідного каналу у 1 Гбіт/с.

3. ПРОЕКТУВАННЯ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ ТА ПЕРЕВІРКА РОБОТИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Розрахунок схеми адресації корпоративної мережі «TechLube»

Для створення комп'ютерної мережі компанії "TechLube" відповідно до технічних вимог (п. 2.1.2), адресний простір мережі обрано як 172.24.208.0/21, а адреса для мережі WAN каналів - 10.0.9.0/24. Розподіл IP-адрес на підмережі здійснено за допомогою технологій CIDR і VLSM. Кількість вузлів у підмережах вказана у п. 2.1.2 технічних вимог, а кількість віртуальних мереж дорівнює 3.

Таблиця 3.1 – Схема адресації мережі підприємства «TechLube»

Назва підмережі	Розмір	Адреса	Десяткова маска	Діапазон доступних адрес
LAN3 Відділ продажів та маркетингу	62	192.168.130.0	255.255.255.192	192.168.130.1 - 192.168.130.62
LAN1 Відділ логістики та постачання	30	192.168.130.64	255.255.255.224	192.168.130.65 - 192.168.130.94
LAN4 Підмережа виробничого відділу	30	192.168.130.96	255.255.255.224	192.168.130.97 - 192.168.130.126
LAN2 Відділ фінансовий	30	192.168.130.128	255.255.255.224	192.168.130.129 - 192.168.130.158
VLAN13	14	192.168.130.0	255.255.255.240	192.168.130.1 - 192.168.130.14
VLAN23	14	192.168.130.16	255.255.255.240	192.168.130.17 - 192.168.130.30
VLAN33	14	192.168.130.32	255.255.255.240	192.168.130.33 - 192.168.130.46

Продовження таблиці 3.1

Назва підмережі	Розмір	Адреса	Десяткова маска	Діапазон доступних адрес
VLAN99	6	192.168.130.48	255.255.255.248	192.168.130.49 - 192.168.130.54
WAN1	2	10.10.3.0	255.255.255.252	10.10.3.1 - 10.10.3.2
WAN2	2	10.10.3.4	255.255.255.252	10.10.3.5 - 10.10.3.6
WAN3	2	10.10.3.8	255.255.255.252	10.10.3.9 - 10.10.3.10
WAN4	2	10.10.3.12	255.255.255.252	10.10.3.13 - 10.10.3.14
WAN5	2	10.10.3.16	255.255.255.252	10.10.3.17 - 10.10.3.18
WAN IPS	2	209.165.202.0	255.255.255.252	209.165.202.1-209.165.202.2
WAN Remout	2	64.100.13.0	255.255.255.252	64.100.13.1-64.100.13.2
LAN IPS	2	209.165.200.0	255.255.255.0	209.165.200.1 - 209.165.200.254

Призначення IP-адрес для пристроїв мережі компанії "TechLube" здійснено згідно з вимогами, викладеними в п. 2.1.2.

Таблиця 3.2 – Схема адресації пристроїв мережі КС підприємства «TechLube»

Ім'я пристрою	Інтерфейс	IP-адреса	Маска	Шлюз	VLAN	Інтерфейс підключеного пристрою
LAN2 Фінансовий відділ						
Stepanchenko_R2	S0/1/1	10.10.3.12	/30	-	-	S0/1/1
	G0/1	192.168.130.129	/27	-	-	G0/1
Stepanchenko_Sw2	Vlan1	192.168.130.2	/27	192.168.130.129	-	G0/1
PC1 - PC8	NIC	192.168.130.158-192.168.130.146	/27	192.168.130.129	-	Fa0/1- Fa0/8
Printer1	NIC	192.168.130.145	/27	192.168.130.129	-	Fa0/10
Server_HTTP	NIC	192.168.130.139	/27	192.168.130.129	-	Fa0/24
LAN4 Виробничий відділ 64.100.13.2						
Stepanchenko_R0	G0/0	64.100.13.2	/30	-	-	G0/0
	G0/1	192.168.130.97	/27	-	-	G0/1

Продовження таблиці 3.2

Stepanchenko Sw1	Vlan1	192.168.130.98	/27	192.168.130.97	-	G0/1
PC1- PC10	NIC	192.168.130.126- 192.168.130.116	/27	192.168.130.97	-	F0/0- F0/10
Server TFTP	NIC	192.168.130.106	/27	192.168.130.97	-	Fa0/24
LAN1 Відділ логістики та постачання						
Stepanchenko_R2	G0/1	192.168.130.65	/27	-	-	G0/1
	S0/0/0	10.10.3.2	/30	-	-	S0/0/0
	S0/0/1	10.10.3.9	/30	-	-	S0/0/1
Stepanchenko_S1	Vlan1	192.168.130.66	/27	192.168.130.65	-	G0/1
Stepanchenko_S2	Vlan1	192.168.130.67	/27	192.168.130.65	-	G0/1
Stepanchenko_S3	Vlan1	192.168.130.68	/27	192.168.130.65	-	G0/1
PC1- PC9	NIC	192.168.130.94	/27	192.168.130.65	-	F0/0-F0/9
Printer1-2	NIC	192.168.130.69- 192.168.130.70	/27	192.168.130.65	-	Fa0/10
LAN3						
Stepanchenko_R3	G0/1	-	-	-	-	-
	G0/1.1 3	192.168.130.1	/28	-	13	G0/1
	G0/1.2 3	192.168.130.17	/28	-	23	G0/1
	G0/1.3 3	192.168.130.33	/28	-	33	G0/1
	G0/1.9 9	192.168.130.49	/29	-	99	G0/1
	S0/0/1	10.10.3.10	/30	-	-	S0/0/1
	S0/1/0	10.10.3.6	/30	-	-	S0/1/0
	S0/1/1	10.10.3.14	/30	-	-	S0/1/1
	S0/2/0	209.165.202.2	/30	-	-	S0/2/0
PC13.1-PC13.4	NIC	192.168.130.14- 192.168.130.10	/28	192.168.130.1	18	Fa0/12- Fa0/14
PC23.1-PC23.5	NIC	192.168.130.30- 192.168.130.28	/28	192.168.130.17	28	Fa0/10- Fa0/5
Server DNS	NIC	192.168.130.35	/28	192.168.130.33	28	Fa0/29
PC33.1-PC33.5	NIC	192.168.130.46- 192.168.130.44	/28	192.168.130.33	38	Fa0/15- Fa0/24
Stepanchenko_Sw2 .1	G0/1	10.22.187.98	/29	192.168.130.49	99	G0/1
Stepanchenko_Sw2 .2	G0/2	10.22.187.99	/29	192.168.130.49	99	G0/2
IPS						
Rout_IPS	S0/2/0	209.165.202.1	/30	-	-	S0/2/0
	G0/0	64.100.13.1	/30	-	-	G0/0
	G0/1	209.165.201.1	/28	-	-	G0/1
IPS Sw	G0/1	209.165.201.2	/28	209.165.201.1	-	G0/1

Закінчення таблиці 3.2

Server IPS	NIC	209.165.200.10	/28	209.165.201.1	-	Fa0/0
Server IoT	NIC	209.165.200.11	/28	209.165.201.1	-	Fa0/2
R1						
Stepanchenko_R3	S0/0/0	10.10.3.1	/30	-	-	S0/0/0
	S0/1/0	10.10.3.5	/30	-	-	S0/1/0

3.2 Розробка топологічної схеми корпоративної мережі підприємства «TechLube»

Результати розрахунків IP-адресації, аналіз структури об'єкту та технічних вимог до мережі підприємства «TechLube» дозволили створити схему логічної топології мережі. Загальна логічна схема показана на рисунку 3.1.

Для впровадження комп'ютерної системи підприємства «TechLube» була обрана логічна топологія «ієрархічна зірка». Топологія зірки є найбільш швидкодіюною серед усіх топологій обчислювальних мереж, оскільки передача даних між робочими станціями здійснюється через центральний вузол по окремих лініях, використовуваних тільки цими робочими станціями.

Заплановане підключення включає: 109 абонентів (хостів) по території підприємства, 4 мережних принтери, 3 сервера, 5 маршрутизаторів та 7 комутаторів. Як базова технологія мережі обрана технологія Ethernet, яка є найпопулярнішою і має широкий асортимент обладнання. На рівні доступу для підключення робочих груп використовується технологія Fast Ethernet, а між маршрутизатором і комутатором — Gigabit Ethernet.

Кінцеві мережні пристрої розділені на чотири підмережі, враховуючи функціонал та напрямки підрозділів підприємства «TechLube». Підмережа №1 «Відділ логістики та постачання» розрахована на підключення 28 абонентів. Підмережа №2 «Фінансовий відділ» розрахована на підключення 16 абонентів. Підмережа №4 «Виробничий відділ» розрахована на підключення 19 абонентів. Найбільша підмережа «Відділ продажів та маркетингу» розрахована на підключення 45 абонентів і, з огляду на безпеку даних, розділена на три віртуальні мережі: VLAN13 «Маркетолог», VLAN23 «Керівник», VLAN33 «Менеджер».

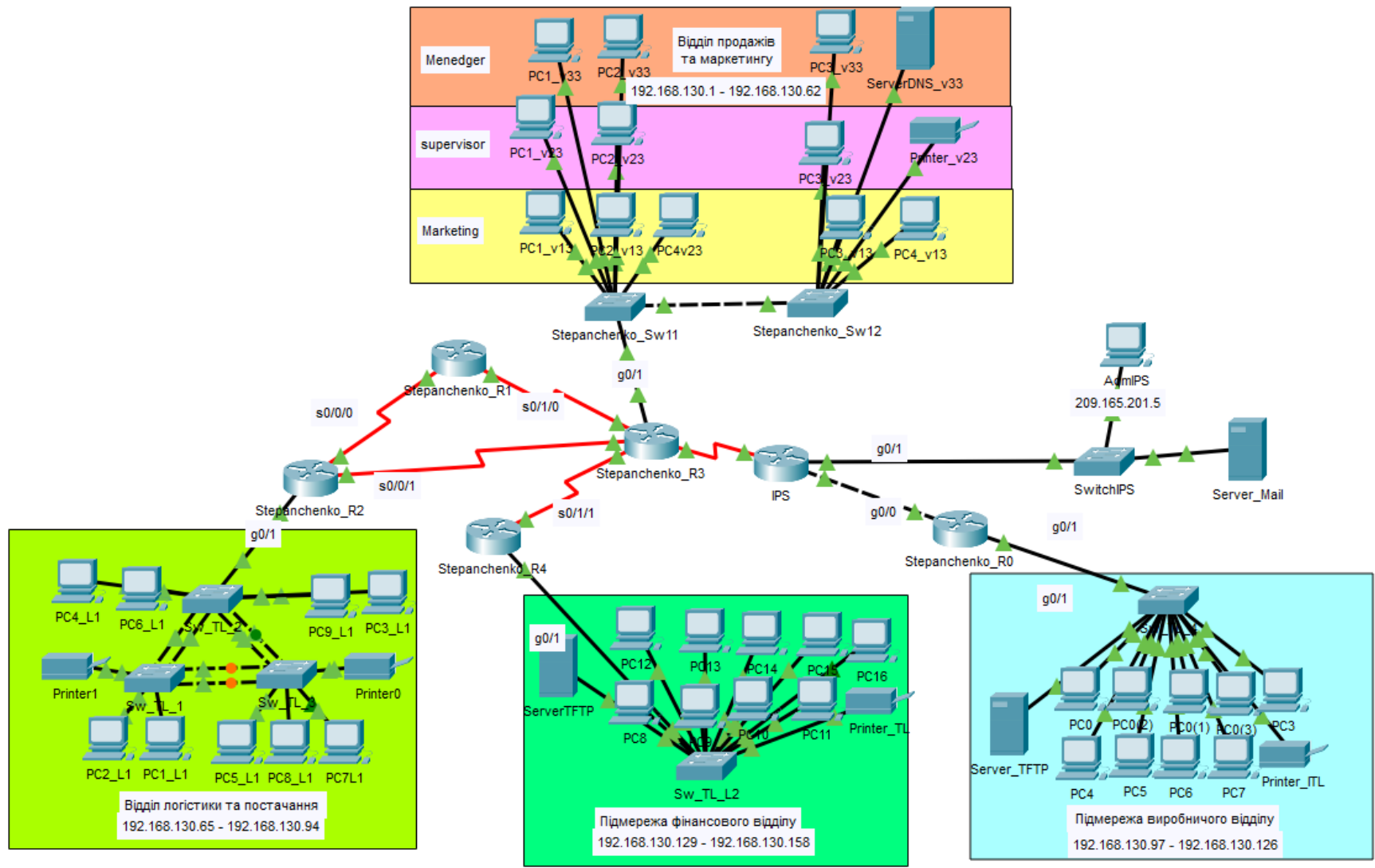


Рисунок 3.1 – Архітектура КС підприємства «TechLube»

3.2.1 Базове налаштування конфігурації пристроїв

Відповідно до технічних вимог (п. 2.1.2), було виконано базове налаштування активних мережних пристроїв комп'ютерної мережі підприємства «TechLube», як показано на рисунках 3.2-3.3.

```

Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#hostname Stepanchenko_R3
Stepanchenko_R3(config)#no ip domain-lookup
Stepanchenko_R3(config)#service password-encryption
Stepanchenko_R3(config)#enable secret cisco
Stepanchenko_R3(config)#line console 0
Stepanchenko_R3(config-line)#password cisco
Stepanchenko_R3(config-line)#login
Stepanchenko_R3(config-line)#exit
Stepanchenko_R3(config)#line vty 0 15
Stepanchenko_R3(config-line)#password cisco
Stepanchenko_R3(config-line)#login local
Stepanchenko_R3(config-line)#trans inp ssh
Stepanchenko_R3(config-line)#exit
Stepanchenko_R3(config)#banner motd #l23-2lzck Stepanchenko. There is area protection#
Stepanchenko_R3(config)#username Stepanchenko password cisco
Stepanchenko_R3(config)#ip domain-name Stepanchenko_R3
Stepanchenko_R3(config)#crypt key g r
% You already have RSA keys defined named Sharapov_R3.Sharapov_R3 .
% Do you really want to replace them? [yes/no]: 1024
% Please answer 'yes' or 'no'.
% Do you really want to replace them? [yes/no]: y
The name for the keys will be: Stepanchenko_R3.Stepanchenko_R3
Choose the size of the key modulus in the range of 360 to 4096 for your
  General Purpose Keys. Choosing a key modulus greater than 512 may take
  a few minutes.

How many bits in the modulus [512]: 1024
% Generating 1024 bit RSA keys, keys will be non-exportable...[OK]

Stepanchenko R3(config)#

```

Рисунок 3.2 – Базове налаштування роутера Stepanchenko_R3


```

Stepanchenko_R3(config)#int g0/1
Stepanchenko_R3(config-if)#no shut

Stepanchenko_R3(config-if)#int g0/1.13
Stepanchenko_R3(config-subif)#enc d 13
Stepanchenko_R3(config-subif)#ip add 192.168.130.1 255.255.255.240
Stepanchenko_R3(config-subif)#no shut
Stepanchenko_R3(config-subif)#exit
Stepanchenko_R3(config)#int g0/1.23
Stepanchenko_R3(config-subif)#enc d 23
Stepanchenko_R3(config-subif)#ip add 192.168.130.17 255.255.255.240
Stepanchenko_R3(config-subif)#no shut
Stepanchenko_R3(config-subif)#exit
Stepanchenko_R3(config)#int g0/1.33
Stepanchenko_R3(config-subif)#enc d 33
Stepanchenko_R3(config)#int g0/1.99
Stepanchenko_R3(config-subif)#enc d 99
Stepanchenko_R3(config-subif)#ip add 192.168.130.49 255.255.255.248
Stepanchenko_R3(config-subif)#no shut
Stepanchenko_R3(config-subif)#exit
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.13, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.13, changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.23, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.23, changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.33, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.33, changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.99, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.99, changed state to up

```

Рисунок 3.3 – Базове налаштування інтерфейсів роутера Stepanchenko_R3

Згідно з умовами, у локальній мережі LAN1 «Відділ логістики та постачання» було виконано об'єднання каналів комутаторів, налаштування яких відображене на рисунках 3.4-3.5.

```

Sw_Stepanchenko_3(config)#interface range f0/1-2
Sw_Stepanchenko_3(config-if-range)#channel-group 1 mode auto
Sw_Stepanchenko_3(config-if-range)#interface range f0/3-4
Sw_Stepanchenko_3(config-if-range)#channel-group 3 mode auto
Sw_Stepanchenko_3(config-if-range)#interface Port-channel 1
Sw_Stepanchenko_3(config-if)# switchport mode trunk
Sw_Stepanchenko_3(config-if)#interface Port-channel 3
Sw_Stepanchenko_3(config-if)# switchport mode trunk
Sw_Stepanchenko_3(config-if)#int v 1
Sw_Stepanchenko_3(config-if)#ip add 192.168.130.68 255.255.255.224
Sw_Stepanchenko_3(config-if)#ip def 192.168.130.65
Sw_Stepanchenko_3(config)#ex

```

Рисунок 3.4 – Налаштування Etherchannel

```

Sw_Stepanchenko_3#show etherchannel summary
Flags: D - down          P - in port-channel
       I - stand-alone  s - suspended
       H - Hot-standby (LACP only)
       R - Layer3       S - Layer2
       U - in use       f - failed to allocate aggregator
       u - unsuitable for bundling
       w - waiting to be aggregated
       d - default port

Number of channel-groups in use: 2
Number of aggregators:          2

Group  Port-channel  Protocol    Ports
-----+-----+-----+-----
2      Po2(SU)        PAgP       Fa0/5(P) Fa0/6(P)
3      Po3(SD)        PAgP       Fa0/3(I) Fa0/4(I)
Sw_Stepanchenko_3#

```

Рисунок 3.5 – Перевірка налаштування Etherchannel

3.2.2 Налаштування маршрутизаторів корпоративної мережі

У комп'ютерній мережі підприємства «TechLube» відповідно до технічних вимог було застосовано протокол динамічної маршрутизації EIGRP, який є дистанційно-векторним протоколом, з номером автономної системи 3. Під час налаштування маршрутизації на маршрутизаторах «TechLube» для serial-інтерфейсів встановили пропускну здатність 128 Кбіт/с, вартість метрики 7500 та швидкість каналу 128000 біт/с. Ці налаштування забезпечують оптимальну продуктивність і надійність мережі, відповідаючи вимогам компанії до мережевої інфраструктури.

```

Serial0/2/0: incorrect IP address assignment
Stepanchenko_R1(config-if)#clock rate 128000
Stepanchenko_R1(config-if)#bandwidth 128
Stepanchenko_R1(config-if)#ip ospf cost 7500
Stepanchenko_R1(config-if)#exit

```

Рисунок 3.6 – Налаштування інтерфейсу маршрутизатора Stepanchenko_R3

На маршрутизаторі Stepanchenko_R3 були здійснені налаштування маршрутизації за допомогою команди *router*. Виконані наступні дії: увімкнення протоколу EIGRP, оголошення мереж, вказання тупикових мереж, створення маршруту за замовчуванням та розповсюдження через оновлення даних протоколу EIGRP.

```

Stepanchenko_R3(config)#router eigrp 3
Stepanchenko_R3(config-router)#redistribute static
Stepanchenko_R3(config-router)#network 10.10.3.4 0.0.0.3
Stepanchenko_R3(config-router)#network 10.10.3.8 0.0.0.3
Stepanchenko_R3(config-router)#network 10.10.3.12 0.0.0.3
Stepanchenko_R3(config-router)#network 192.168.130.0 0.0.0.15
Stepanchenko_R3(config-router)#network 192.168.130.16 0.0.0.15
Stepanchenko_R3(config-router)#network 192.168.130.32 0.0.0.15
Stepanchenko_R3(config-router)#network 192.168.130.48 0.0.0.7
Stepanchenko_R3(config-router)#network 209.165.202.0 0.0.0.3
Stepanchenko_R3(config-router)#pas g0/1.13
Stepanchenko_R3(config-router)#pas g0/1.23
Stepanchenko_R3(config-router)#pas g0/1.33
Stepanchenko_R3(config-router)#pas g0/1.99
Stepanchenko_R3(config-router)#exit
Stepanchenko_R3(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.202.1

```

Рисунок 3.7 – Приклад налаштування маршрутизації на Stepanchenko_R3

Для перевірки таблиці маршрутизації роутера використовується наступна команда:

```
Stepanchenko_R3#show ip route
```

Результат перевірки таблиці маршрутизації роутера Stepanchenko_R3 подано на рисунку 3.8.

```

Stepanchenko_R3#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 209.165.202.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 7 subnets, 2 masks
D       10.10.3.0/30 [90/21024000] via 10.10.3.5, 00:31:34, Serial0/1/0
        [90/21024000] via 10.10.3.9, 00:30:16, Serial0/0/1
C       10.10.3.4/30 is directly connected, Serial0/1/0
L       10.10.3.6/32 is directly connected, Serial0/1/0
C       10.10.3.8/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.10.3.10/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.10.3.12/30 is directly connected, Serial0/1/1
L       10.10.3.14/32 is directly connected, Serial0/1/1
    64.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
D       64.100.13.0/30 [90/2170112] via 209.165.202.1, 00:07:45, Serial0/2/0
    192.168.130.0/24 is variably subnetted, 12 subnets, 5 masks
S       192.168.130.0/24 is directly connected, Serial0/2/0
C       192.168.130.0/28 is directly connected, GigabitEthernet0/1.13
L       192.168.130.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.13
C       192.168.130.16/28 is directly connected, GigabitEthernet0/1.23
L       192.168.130.17/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.23
C       192.168.130.32/28 is directly connected, GigabitEthernet0/1.33
L       192.168.130.33/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.33
C       192.168.130.48/29 is directly connected, GigabitEthernet0/1.99
L       192.168.130.49/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.99
D       192.168.130.64/27 [90/2170112] via 10.10.3.9, 00:30:16, Serial0/0/1
D       192.168.130.96/27 [90/2170368] via 209.165.202.1, 00:07:44, Serial0/2/0
D       192.168.130.128/27 [90/2170112] via 10.10.3.13, 01:05:48, Serial0/1/1
    209.165.201.0/28 is subnetted, 1 subnets
D       209.165.201.0/28 [90/2170112] via 209.165.202.1, 00:10:45, Serial0/2/0
    209.165.202.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       209.165.202.0/30 is directly connected, Serial0/2/0
L       209.165.202.2/32 is directly connected, Serial0/2/0
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.202.1

```

Рисунок 3.8 – Таблиця маршрутизації на Stepanchenko_R3

У мережі підприємства "TechLube" на маршрутизаторах налаштований сервіс DHCP для автоматичного надання конфігурації TCP/IP для хостів у підмережах. Налаштування пулу DHCP для прикладу мережі LAN1 "Відділ логістики та постачання" представлено нижче:

```
Stepanchenko_R3(dhcp-config)#ip dhcp pool POOL_VLAN23
Stepanchenko_R3(dhcp-config)#net 192.168.130.16 255.255.255.240
Stepanchenko_R3(dhcp-config)#def 192.168.130.17
Stepanchenko_R3(dhcp-config)#dns 192.168.130.35
```

Рисунок 3.9 – Приклад налаштування маршрутизації DHCP

3.2.3 Налаштування роботи Інтернет

NAT на прикордонному маршрутизаторі налаштовано відповідно до таких вимог:

- пул адрес: від 209.165.202.1 до 209.165.202.30;
- адреса Server HTTP: 192.168.133.9/24;
- номер списку доступу: 9;
- назва пулу: Internet.

```
Stepanchenko_R3(config)#access-list 3 permit 192.168.130.0 0.0.0.255
Stepanchenko_R3(config)#ip nat pool Internet 209.165.202.5 209.165.202.30 netmask 255.255.255.224
Stepanchenko_R3(config)#ip nat inside source list 3 pool Internet
Stepanchenko_R3(config)#ip nat inside source static 192.168.130.132 209.165.202.3
Stepanchenko_R3(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.202.1
Stepanchenko_R3(config)#ip route 192.168.130.0 255.255.255.0 s0/2/0
%Default route without gateway, if not a point-to-point interface, may impact performance
Stepanchenko_R3(config)#interface s0/2/0
Stepanchenko_R3(config-if)#ip nat outside
Stepanchenko_R3(config-if)#interface s0/1/0
Stepanchenko_R3(config-if)#ip nat inside
Stepanchenko_R3(config-if)#interface s0/0/1
Stepanchenko_R3(config-if)#ip nat inside
Stepanchenko_R3(config-if)#interface s0/1/1
Stepanchenko_R3(config-if)#ip nat inside
Stepanchenko_R3(config-if)#interface g0/1
Stepanchenko_R3(config-if)#ip nat inside
Stepanchenko_R3(config-if)#exit
```

Рисунок 3.10 – Налаштування NAT на Stepanchenko_R3

На маршрутизаторі Stepanchenko_R3 було виконано наступне: створено список контролю доступу, який дозволяє всі адреси внутрішньої мережі, а також створено пул для динамічного призначення Інтернет-адрес;

встановлено статичну адресу NAT для сервера HTTP; призначено інтерфейси в якості вихідних для трафіку з приватної мережі, а також інтерфейси в якості вхідних для трафіку з приватної мережі.

Protocol	Inside Global	Inside Local	Outside Local	Outside Global
icmp	209.165.202.8:5	192.168.130.136:5	209.165.201.5:5	209.165.201.5:5
icmp	209.165.202.5:1	192.168.130.142:1	209.165.201.5:1	209.165.201.5:1
icmp	209.165.202.5:4	192.168.130.142:4	192.168.130.108:4	192.168.130.108:4
icmp	209.165.202.6:5	192.168.130.83:5	192.168.130.108:5	192.168.130.108:5
icmp	209.165.202.6:6	192.168.130.83:6	209.165.201.5:6	209.165.201.5:6
icmp	209.165.202.7:1	192.168.130.85:1	209.165.201.5:1	209.165.201.5:1
---	209.165.202.3	192.168.130.132	---	---

Рисунок 3.11 – Таблиця перетворювань NAT на Stepanchenko_R3

3.2.4 Захист інформації в комп'ютерній системі від несанкціонованого доступу

Було виконано налаштування маршрутизаторів корпоративної системи підприємства «TechLube» для підтримки служби AAA та сервера RADIUS.

Доступ до маршрутизатора здійснюється за доменним ім'ям пристрою Stepanchenko_R4 з паролем Stepan123zsk, який був налаштований на сервері RADIUS.

```

Stepanchenko_R3(config)#aaa new-model
Stepanchenko_R3(config)#aaa authentication login default local
Stepanchenko_R3(config)#aaa authentication login Login group radius local
Stepanchenko_R3(config)#line vty 0 4
Stepanchenko_R3(config-line)#login authentication default
Stepanchenko_R3(config-line)#radius-server host 192.168.130.32 auth-port 1645
Stepanchenko_R3(config)#radius-server key zzz
Stepanchenko_R3(config)#exit
Stepanchenko_R3#
Stepanchenko_R3#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Stepanchenko_R3(config)#aaa authentication login SSH-LOGIN local
Stepanchenko_R3(config)#line vty 0 4
Stepanchenko_R3(config-line)#login authentication SSH-LOGIN
Stepanchenko_R3(config-line)#transport input ssh
Stepanchenko_R3(config-line)#exit
Stepanchenko_R3(config)#
Stepanchenko_R3(config)#conf t
%Invalid hex value
Stepanchenko_R3(config)#radius-server host 192.168.130.32
Stepanchenko_R3(config)#radius-server key zzz
Stepanchenko_R3(config)#aaa authentication login default group radius local
Stepanchenko_R3(config)#exit
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

```

Рисунок 3.12 – Налаштування на маршрутизаторі Stepanchenko_R3 підтримки

AAA

```

Press RETURN to get started!

123-21zsk Stepanchenko. Login for authorized users only

User Access Verification

Username: Stepanchenko_R4
Password:
Stepanchenko_R4>en
Stepanchenko_R4>enable
Password:
Stepanchenko_R4#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Stepanchenko_R4(config)#

```

Рисунок 3.13 – Аутентифікація на маршрутизаторі за допомогою служби

AAA та сервера RADIUS

AAA

Service On Off Radius Port

Network Configuration

Client Name Client IP

Secret ServerType

	Client Name	Client IP	Server Type	Key	
1	Stepanchenko_R4	10.10.3.13	Radius	Stepan123zck	<input type="button" value="Add"/>
2	Stepanchenko_R3	10.10.3.14	Radius	Stepan123zck	
3	Stepanchenko_R4	192.168.130.129	Radius	Stepan123zck	<input type="button" value="Save"/>
4	Stepanchenko_R1	10.10.3.1	Radius	Stepan123zck	
5	Stepanchenko_R2	10.10.3.9	Radius	Stepan123zck	<input type="button" value="Remove"/>

User Setup

Username Password

	Username	Password	
1	Stepanchenko_R3	Stepan123zck	<input type="button" value="Add"/>
2	Stepanchenko_R4	Stepan123zck	
3	Stepanchenko_R1	Stepan123zck	<input type="button" value="Save"/>
4	Stepanchenko_R2	Stepan123zck	

Рисунок 3.14 – Налаштування RADIUS-серверу

У підмережі «Відділ продажів та маркетингу» було створено три VLAN для забезпечення захисту інформації.

Таблиця 3.3 – Назви VLAN в підмережі «Відділ продажів та маркетингу»

Номер VLAN	Ім'я VLAN	Примітка
1	Default	Не використовується
13	vlan13	Відділ менеджерів
23	vlan23	Відділ супервізорів
33	vlan33	Відділ бухгалтерії
99	Management	Управління пристроями
100	Native	Власна

```

Stepanchenko_Sw11(config)#vlan 13
*Mar 1 1:9:5.423: %SSH-5-ENABLED: SSH 1.99 has been enabled
Stepanchenko_Sw11(config-vlan)#name vlan13
Stepanchenko_Sw11(config-vlan)#vlan 23
Stepanchenko_Sw11(config-vlan)#name vlan23
Stepanchenko_Sw11(config-vlan)#vlan 33
Stepanchenko_Sw11(config-vlan)#name vlan33
Stepanchenko_Sw11(config-vlan)#vlan 99
Stepanchenko_Sw11(config-vlan)#name Management
Stepanchenko_Sw11(config-vlan)#vlan 100
Stepanchenko_Sw11(config-vlan)#name Native
Stepanchenko_Sw11(config-vlan)#exit

```

Рисунок 3.15 – Налаштування VLAN

```

Stepanchenko_Sw11(config)#int g0/1
Stepanchenko_Sw11(config-if)#switchport mode trunk

Stepanchenko_Sw11(config-if)#switchport trunk native vlan 100
Stepanchenko_Sw11(config-if)#switchport trunk allowed vlan 13,2,33,99-100
Stepanchenko_Sw11(config-if)#no shutdown
Stepanchenko_Sw11(config-if)#exit
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to
down

```

Рисунок 3.16 – Налаштування TRANK комутатора Stepanchenko_Sw11 до роутера Stepanchenko_R3

```

Stepanchenko_Sw11(config)#int g0/2
Stepanchenko_Sw11(config-if)#no shut
Stepanchenko_Sw11(config-if)#sw m t

Stepanchenko_Sw11(config-if)#sw t n v 100
Stepanchenko_Sw11(config-if)#switchport trunk allowed vlan 13,2,33,99-100
Stepanchenko_Sw11(config-if)#no shutdown
Stepanchenko_Sw11(config-if)#exit
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/2, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/2, changed state to up

Stepanchenko_Sw11(config)#
%CDP-4-NATIVE_VLAN_MISMATCH: Native VLAN mismatch discovered on GigabitEthernet0/2 (100), with Switch GigabitEthernet0/2 (1).

```

Рисунок 3.17 – Налаштування TRANK комутатора Stepanchenko_Sw11 та Stepanchenko_Sw12

```

int vlan 99
Stepanchenko_Sw11(config-if)#description LAN Vnutr_99
Stepanchenko_Sw11(config-if)#ip add 192.168.130.50 255.255.255.248
Stepanchenko_Sw11(config-if)#no shut
Stepanchenko_Sw11(config-if)#ip default-gateway 192.168.130.49
Stepanchenko_Sw11(config)#exit
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan99, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan99, changed state to up

```

Рисунок 3.18 – Налаштування керування VLAN


```
Stepanchenko_Sw11#sh vlan brief
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/11
13 vlan13	active	Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14
23 vlan23	active	Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10
33 vlan33	active	Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22 Fa0/23, Fa0/24

Рисунок 3.19 – Розподіл портів комутаторів за віртуальними мережами
Stepanchenko_Sw11

```
Stepanchenko_Sw12#show vlan brief
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/11, Gig0/1
13 vlan13	active	Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14
23 vlan23	active	Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10
33 vlan33	active	Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22 Fa0/23, Fa0/24

Рисунок 3.20 – Розподіл портів комутаторів за віртуальними мережами
Stepanchenko_Sw12

Для передачі трафіку між VLAN потрібно налаштувати порт GigabitEthernet0/1 маршрутизатора Stepanchenko_R3 на підтримку технології інкапсуляції 802.1Q.

Port Status Summary Table for Stepanchenko_R3

Device Name: Stepanchenko_R3
Device Model: 2911
Hostname: Stepanchenko_R3

Port	Link	VLAN	IP Address	IPv6 Address	MAC Address
GigabitEthernet0/0	Down	--	<not set>	<not set>	0060.2F23.84A4
GigabitEthernet0/1	Up	--	<not set>	<not set>	0003.E46A.C73C
GigabitEthernet0/1.13	Up	--	192.168.130.1/28	<not set>	0003.E46A.C73C
GigabitEthernet0/1.23	Up	--	192.168.130.17/28	<not set>	0003.E46A.C73C
GigabitEthernet0/1.33	Up	--	192.168.130.33/28	<not set>	0003.E46A.C73C
GigabitEthernet0/1.99	Up	--	192.168.130.49/29	<not set>	0003.E46A.C73C
GigabitEthernet0/2	Down	--	<not set>	<not set>	000C.CF24.B86C
Serial0/0/0	Down	--	<not set>	<not set>	<not set>
Serial0/0/1	Up	--	10.10.3.10/30	<not set>	<not set>
Serial0/1/0	Up	--	10.10.3.6/30	<not set>	<not set>
Serial0/1/1	Up	--	10.10.3.14/30	<not set>	<not set>
Serial0/2/0	Up	--	209.165.202.2/30	<not set>	<not set>
Serial0/2/1	Down	--	<not set>	<not set>	<not set>
FastEthernet0/3/0	Up	1	--	<not set>	0001.4242.45C8
FastEthernet0/3/1	Up	1	--	<not set>	0006.2A03.4412
FastEthernet0/3/2	Up	1	--	<not set>	0050.0FC5.A9D6
FastEthernet0/3/3	Up	1	--	<not set>	00D0.D312.0267
Vlan1	Down	1	<not set>	<not set>	0060.4706.863B

Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > Main Wiring Closet > Rack > Stepanchenko_R3

Рисунок 3.21 – Перевірка налаштування 802.1Q на Stepanchenko_R3

Для захисту порту комутатора, до якого підключено сервер, було налаштовано захищений режим роботи.

```
Stepanchenko_Sw12#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Stepanchenko_Sw12(config)#int f0/19
Stepanchenko_Sw12(config-if)#no shut
Stepanchenko_Sw12(config-if)#switchport mode access
Stepanchenko_Sw12(config-if)#switchport port-security
Stepanchenko_Sw12(config-if)#switchport port-security maximum 2
Stepanchenko_Sw12(config-if)#switchport port-security mac-address sticky
Stepanchenko_Sw12(config-if)#switchport port-security violation restrict
Stepanchenko_Sw12(config-if)#exit
```

Рисунок 3.22 – Реалізація захисту порту комутатора
Stepanchenko_Sw12

Для віддаленої мережі «Виробничий відділ» налаштовано VPN-тунель.

```

Stepanchenko_R0(config)#access-list 110 permit ip 192.168.130.96 0.0.0.31
192.168.130.0 0.0.0.15
Stepanchenko_R0(config)#crypto isakmp policy 10
Stepanchenko_R0(config-isakmp)#encryption aes 256
Stepanchenko_R0(config-isakmp)#authentication pre-share
Stepanchenko_R0(config-isakmp)#group 5
Stepanchenko_R0(config-isakmp)#ex
Stepanchenko_R0(config)#crypto isakmp key cisco address 64.100.13.1
A pre-shared key for address mask 64.100.13.1 255.255.255.255 already exists!
Stepanchenko_R0(config)#crypto ipsec transform-set VPN-SET esp-aes esp-sha-hmac
Stepanchenko_R0(config)#crypto map VPN-MAP 10 ipsec-isakmp
Stepanchenko_R0(config-crypto-map)#description VPN connection to Stepanchenko_R4
Stepanchenko_R0(config-crypto-map)#set peer 64.100.13.1
Stepanchenko_R0(config-crypto-map)#set transform-set VPN-SET
Stepanchenko_R0(config-crypto-map)#match address 110
Stepanchenko_R0(config-crypto-map)#ex
Stepanchenko_R0(config)#interface GigabitEthernet 0/1
Stepanchenko_R0(config-if)#crypto map VPN-MAP
*Jan  3 07:16:26.785: %CRYPTO-6-ISAKMP_ON_OFF: ISAKMP is ON
Stepanchenko_R0(config-if)#ex

```

Рисунок 3.23 – Налаштування VPN на роутері Stepanchenko_R0

3.3 Перевірка роботи моделі комп'ютерної мережі підприємства «TechLube»

Результат виконання команди Ping між хостами підмереж LAN2 та LAN3 наведено на рисунку 3.24.









Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit
	Successful	PC4v23	PC0	ICMP		0.000	N	0	(edit)
	Successful	PC4_v13	AdmlPS	ICMP		0.000	N	1	(edit)
	Successful	PC9_L1	AdmlPS	ICMP		0.000	N	2	(edit)
	Successful	AdmlPS	PC16	ICMP		0.000	N	3	(edit)

Рисунок 3.24 – Результат команди «ping» між підмережами КС

Для перевірки SSH виконаємо підключення з командного рядка ПК8 з підмережі «LAN2» до маршрутизатора Stepanchenko_R3 під користувачем Stepanchenko з паролем admincisco24.

```

Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>
ssh -l Stepanchenko 192.168.130.17

Password:
Stepanchenko_R3>enable
Password:
Stepanchenko_R3#sh r
Building configuration...

Current configuration : 3776 bytes
!
version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
service password-encryption
!
hostname Stepanchenko_R3
!
!
!
enable secret 5 $!$mERr$hX5rVt7rPNoS4wqbXKK7m0
!
!
!
ip dhcp excluded-address 192.168.130.1 192.168.130.3
ip dhcp excluded-address 192.168.130.17 192.168.130.19
ip dhcp excluded-address 192.168.130.33 192.168.130.35
!
ip dhcp pool POOL_VLAN13
network 192.168.130.0 255.255.255.240

```

Рисунок 3.25– Перевірка підключення до маршрутизатора Stepanchenko_R3 за допомогою протоколу SSH

В підмережах корпоративної комп'ютерної мережі підприємства «TechLube» хости отримують налаштування за протоколом DHCP.

```

Stepanchenko_R3#show ip dhcp binding
IP address      Client-ID/      Lease expiration      Type
                Hardware address
192.168.130.4   0002.17C4.7695  --                     Automatic
192.168.130.5   000D.BD1E.46C0  --                     Automatic
192.168.130.6   0001.4301.1150  --                     Automatic
192.168.130.7   0060.2F89.5961  --                     Automatic
192.168.130.21  0001.9621.0EBA  --                     Automatic
192.168.130.20  000D.BD36.750D  --                     Automatic
192.168.130.22  0060.5CE7.D5E8  --                     Automatic
192.168.130.23  00E0.A30E.6910  --                     Automatic
192.168.130.36  0001.43A2.3E80  --                     Automatic
192.168.130.37  0030.A310.563B  --                     Automatic
192.168.130.38  0001.C905.B3C9  --                     Automatic
Stepanchenko_R3#

```

Рисунок 3.26 – Перевірка призначення IP-адрес вузлам за протоколом DHCP

Результат виконання команди Ping між хостами підмереж LAN2 та LAN3.









Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit
	Successful	PC4v23	PC0	ICMP		0.000	N	0	(edit)
	Successful	PC4_v13	AdmIPS	ICMP		0.000	N	1	(edit)
	Successful	PC9_L1	AdmIPS	ICMP		0.000	N	2	(edit)
	Successful	AdmIPS	PC16	ICMP		0.000	N	3	(edit)

Рисунок 3.27 – Результат команди «ping» між підмережами КС

```
Stepanchenko_R0#show crypto ipsec sa

interface: GigabitEthernet0/1
  Crypto map tag: VPN-MAP, local addr 192.168.130.97

protected vrf: (none)
local  ident (addr/mask/prot/port): (192.168.130.96/255.255.255.224/0/0)
remote ident (addr/mask/prot/port): (192.168.130.128/255.255.255.224/0/0)
current_peer 64.100.13.1 port 500
  PERMIT, flags={origin_is_acl,}
#pkts encaps: 4, #pkts encrypt: 4, #pkts digest: 0
#pkts decaps: 4, #pkts decrypt: 4, #pkts verify: 0
#pkts compressed: 0, #pkts decompressed: 0
#pkts not compressed: 0, #pkts compr. failed: 0
#pkts not decompressed: 0, #pkts decompress failed: 0
#send errors 0, #recv errors 0

local crypto endpt.: 192.168.130.97, remote crypto endpt.:64.100.13.1
path mtu 1500, ip mtu 1500, ip mtu idb GigabitEthernet0/1
current outbound spi: 0x0(0)
```

Рисунок 3.28 – Перевірка стану IPSec SA на роутері Stepanchenko_R2

4. РОЗРОБКА КОМПОНЕНТА СИСТЕМИ

4.1 Інженерне рішення по розробці компонента кіберфізичної системи підприємства «TechLube»

4.1.1 Розробка загальної структури кіберфізичної системи комплексу по виготовленню технічного мастила

Структура кіберфізичної системи комплексу по виготовленню технічного мастила складається з трьох рівнів:

- 1) нижній рівень (польовий) - датчики рівня, електродвигуни насосів та котушки електромагнітних клапанів;
- 2) середній рівень - контролер, який бере і обробляє інформацію з датчиків, частотний перетворювач, а також обладнання мережі передачі даних;
- 3) верхній рівень - автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора, що забезпечує збір та зберігання інформації про технологічні параметри, сигналізацію про вихід технологічних параметрів за межі заданих і створення журналу подій.

У процесі роботи системи по змішуванню технічного мастила найбільш важливим є наступні моменти:

- контроль рівня у ємностях 1 та 2;
- контроль стану пускачів насосів Н1, Н2 та групи Н3;

Система забезпечує вихід на робочий режим і запуск двигунів насосів з подальшим підтриманням ходу технологічного процесу. Контроль рівня у ємностях здійснюється у трьох точках: верхній рівень, нижній рівень, верхній-аварійний рівень. Контроль та регулювання технологічних параметрів необхідний для забезпечення якісного змішування мастила та запобігання аварійних ситуацій у роботі обладнання.

4.1.2 Розробка функціональної схеми кіберфізичної системи

Виходячи з опису технологічного процесу та технічних вимог, кіберфізична система повинна підтримувати такі функції:

- взаємодія через гальванічно розв'язану лінію зв'язку за узгодженим протоколом між контролером і пультом оператора;
- видачу керуючих сигналів на виконавчі механізми обладнання;
- стеження за аварійними ситуаціями та виконання аварійної зупинки приводів насосів;
- зберігання на верхньому рівні і видачу на нижній налаштувань уставок спрацьовування датчиків;
- отримання сигналів телесигналізації від датчиків технологічного обладнання.

З урахуванням структури побудови об'єкта функціональна схема кіберфізичної системи буде виглядати, як показано на рисунку 4.1.

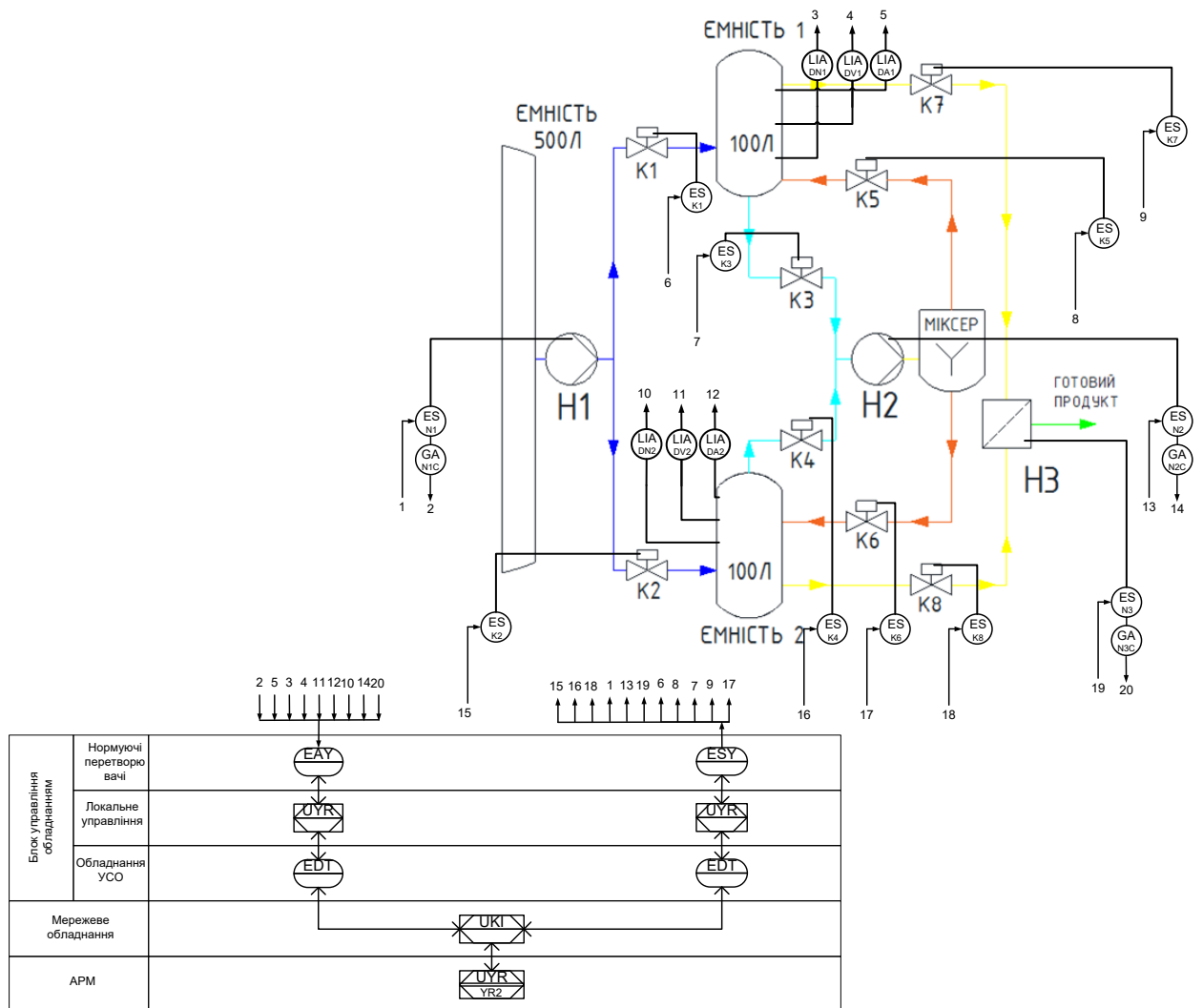


Рисунок 4.1 - Функціональна схема кіберфізичної системи

Функціональна схема є основним технічним документом, що визначає структуру і функціональні зв'язки між технологічним процесом і засобами контролю і управління. На схемі показують за допомогою умовних позначень:

- основне технологічне обладнання;
- прилади і засоби керування.

На функціональній схемі кіберфізичної системи зображені системи контролю, регулювання, дистанційного керування, сигналізації, захисту та блокувань. Всі елементи системи управління показані у вигляді умовних зображень і об'єднуються в єдину систему лініями функціонального зв'язку.

На схемі відображена технологія із умовним позначенням датчиків призначених для вимірювання технологічного параметрів, тобто первинних перетворювачів.

Вторинні прилади контролю та управління, тобто елементи щита і пульта управління зображені у вигляді прямокутника довільних розмірів. Усередині контуру прямокутника розташовується умовні позначення приладів, засобів та апаратів управління і сигналізації.

З розглянутих умов функціонування кіберфізичної системи в процесі нормальної роботи потрібно контролювати наступні параметри:

- верхній рівень у ємностях 1 та 2;
 - нижній рівень у ємностях 1 та 2;
 - аварійний рівень у ємностях 1 та 2,
- та керувати таким обладнанням:
- клапани електромагнітні 1-8;
 - насоси 1 та 2;
 - група насосів 3.

В кіберфізичній системі комплексу по виготовленню технічного мастила інформація про стан об'єкта збирається в місці розташування датчиків на обладнанні, обробляється контролером, який формує керуючий вплив і контролює аварійні ситуації, управляє включенням і відключенням

механізмів, сигналізацію на АРМ оператора, формує і передає пакети даних на АРМ оператора.

4.1.3 Вибір технічних засобів для реалізації системи

З урахуванням функціональної схеми об'єкта обираємо елементну базу.

4.1.3.1 Вибір датчиків і периферійних пристроїв

Датчик рівня ємності. Трьохелектродний кондуктометричний датчик АQТЕСК ДС.П.31.

Датчик призначений для контролю рівнів струмопровідних рідин в резервуарах закритого і відкритого типу.

Кондуктометричні датчики ДС.П.3 застосовуються для сигналізації рівня рідини в металевих і неметалевих ємностях. Для контролю рівнів рідини в металевих резервуарах всі три електроди можуть бути сигнальними і, відповідно, контролювати до трьох рівнів, а функції загального електрода в цьому випадку виконує стінка бака. У ємностях з непровідного матеріалу за допомогою одного датчика ДС.П.3 можна контролювати два рівня рідини.

Технічні характеристики: робочий тиск 2 МПа; робоча температура 70°C

Датчик аварійного рівня ємності. Однорівневі поплавкові датчики АQТЕСК ПДУ.

Поплавкові датчики рівня підходять для роботи в агресивних, в'язких середовищах, що містять різні домішки. Наявність в робочому середовищі окремих бульбашок і піни не впливає на якість роботи. Для контролю рівня нев'язких рідин доцільно застосовувати датчики ПДУ з циліндричним поплавком ПДУ-1, ПДУ-2. Для контролю рівня в'язких рідин рекомендується застосовувати датчики ПДУ з кулястим поплавком ПДУ-3.

Верхня межа робочого температурного діапазону датчиків АQТЕСК ПДУ становить 105°C, нижня межа повинна перевищувати значення температури, при якому відбувається замерзання робочого середовища.

AQTECK ПДУ виробляються з нормально-розімкненим і нормально-замкнутим контактом.

4.1.3.2 Вибір периферійних пристроїв

Запорна арматурі з електромагнітної дії. ODE 21H9KB180G3/4 електромагнітний двохходовий клапан непрямої дії, НЗ

Клапан електромагнітний нормально-закритий непрямої дії застосовується для автоматичного перекриття потоків води, повітря, інертних газів. ЕМК з ущільненням NBR застосовується для середовища з температурою $-10^{\circ}\text{C} \dots +90^{\circ}\text{C}$.

Контакторна апаратура насосів. Для комутації живлення насосів використовуємо магнітні пускачі (контактори).

Контактори електромагнітні CHINT серії NC1 призначені для прямого пуску безпосереднім підключенням до мережі, зупинки і реверсування асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором напругою до 660 В. При наявності теплових реле контактори здійснюють захист керованих електродвигунів від перевантаження неприпустимої тривалості і від струмів, що виникають при обриві однієї з фаз.

Для насосів Н1 та Н2 обираємо відповідно до потужності двигунів магнітні пускачі змінного струму CHINT NC1-1210 DC24V.

Технічні характеристики: потужність головних контактів при АС-3 220В/380В/660В - 3,0/5,5/7,5кВт; напруга котушки - 24В постійного струму; номінальний струм - 12А

Для насів групи НЗ вибираємо три контактори –Chint NC1-0910 DC24V з технічними характеристиками: потужність головних контактів при АС-3 220В/380В/660В - 3,0/5,5/7,5кВт; напруга котушки - 24В постійного струму; номінальний струм - 9А.

4.1.4 Розробка переліку вхідних та вихідних сигналів і даних кіберфізичної системи

Грунтуючись на аналізі технології виготовлення технічного мастила та з урахуванням обраної елементної бази складаємо таблиці вхідних і вихідних сигналів.

У таблиці 4.1 наведено опис сигналів, які є вхідними для кіберфізичної системи.

У таблиці 4.2 наведено опис керованих механізмів, для яких кіберфізична система виробляє вихідні сигнали.

Таблиця 4.1 – Вхідні сигнали

№ з/п	Найменування інформації	Ідентифікатор	Напр. Вх/вих	Функц	Вид	Джерело / одержувач	Форма подання		Період вв/вив,с
							Зовн.	Внутр.	
1	Рівень верхній, Ємність 1	DV1	Вхід	Контр	Дискр.	датчик/ PLC	Дискр. 24В	1 біт	0,2
2	Рівень нижній, Ємність 1	DN1	Вхід	Контр	Дискр.	датчик/ PLC	Дискр. 24В	1 біт	0,2
3	Рівень верхній, Ємність 2	DV2	Вхід	Контр	Дискр.	датчик/ PLC	Дискр. 24В	1 біт	0,2
4	Рівень нижній, Ємність 2	DN2	Вхід	Контр	Дискр.	датчик/ PLC	Дискр. 24В	1 біт	0,2
5	Рівень аварійний, Ємність 1	DA1	Вхід	Контр	Дискр.	датчик/ PLC	Дискр. 24В	1 біт	0,2
6	Рівень аварійний, Ємність 1	DA1	Вхід	Контр	Дискр.	датчик/ PLC	Дискр. 24В	1 біт	0,2
7	Насос Н1 Контроль ввімкнення	N1C	Вхід	Контр	Дискр.	Реле/PLC	Дискр. 24В	1 біт	0,2
8	Насос Н2 Контроль ввімкнення	N1C	Вхід	Контр	Дискр.	Реле/PLC	Дискр. 24В	1 біт	0,2
9	Група насосів Н3 Контроль ввімкнення	N3C	Вхід	Контр	Дискр.	Реле/PLC	Дискр. 24В	1 біт	0,2

Таблиця 4.2 – Вихідні сигнали

№ з/п	Найменування інформації	Ідентифікатор	Напр. Вх/вих	Функц	Вид	Джерело / одержувач	Форма подання		Період вв/вив,с
							Зовн.	Внутр.	
1	Насос Н1 Контроль ввімкнення	N1	Вихід	Управ.	Норм. розімкн	ШУ/ двигун	Дискр. 24В	1 біт	0,2
2	Насос Н2 Контроль ввімкнення	N2	Вихід	Управ.	Норм. розімкн	ШУ/ Реле	Дискр. 24В	1 біт	0,2
3	Група насосів Н3 Контроль ввімкнення	N3	Вихід	Управ.	Норм. розімкн	ШУ/ клапан	Дискр. 24В	1 біт	0,2
4	Клапан К1 Контроль ввімкнення	K1	Вихід	Управ.	Норм. розімкн	ШУ/ клапан	Дискр. 24В	1 біт	0,2
5	Клапан К2 Контроль ввімкнення	K2	Вихід	Управ.	Норм. розімкн	ШУ/ клапан	Дискр. 24В	1 біт	0,2
6	Клапан К3 Контроль ввімкнення	K3	Вихід	Управ.	Норм. розімкн	ШУ/ клапан	Дискр. 24В	1 біт	0,2
7	Клапан К4 Контроль ввімкнення	K4	Вихід	Управ.	Норм. розімкн	ШУ/ клапан	Дискр. 24В	1 біт	0,2
8	Клапан К5 Контроль ввімкнення	K5	Вихід	Управ.	Норм. розімкн	ШУ/ клапан	Дискр. 24В	1 біт	0,2
9	Клапан К6 Контроль ввімкнення	K6	Вихід	Управ.	Норм. розімкн	ШУ/ клапан	Дискр. 24В	1 біт	0,2
10	Клапан К7 Контроль ввімкнення	K7	Вихід	Управ.	Норм. розімкн	ШУ/ клапан	Дискр. 24В	1 біт	0,2
11	Клапан К8 Контроль ввімкнення	K8	Вихід	Управ.	Норм. розімкн	ШУ/ клапан	Дискр. 24В	1 біт	0,2

4.1.5 Вибір пристроїв збору та обробки даних кіберфізичної системи

4.1.5.1 Вибір погоджувачих пристроїв

Для нормування сигналів з кондуктометричних датчиків рівня до вигляду прийняттого для роботи з ПЛК обираємо блок узгодження кондуктометричних датчиків AQTECK БКК1.

Призначений для відстеження чотирьох рівнів струмопровідних рідини. Може використовуватися як самостійний виріб для управління виконавчими механізмами, або як пристрій узгодження кондуктометричних датчиків з ПЛК.

Прилад виконано у корпусі з кріпленням на DIN-рейку типу ДЗ.

Для живлення котушок контакторів обираємо проміжні реле: отгон з живленням котушки 24В постійного струму, контактною групою розрахованою на струм 5А та двома групами контактів НЗ/НВ.

4.1.5.2 Вибір ПЛК та модулів розширення

Згідно таблиць вхідних / вихідних сигналів - система має: 9 дискретних входів та 11 дискретних виходів рівня 24В.

Виходячи з кількості сигналів і з урахуванням технологічних вимог вибираємо в якості пристрою управління контролер Віра серії 200.

Контролери VIPA200 можуть бути використані всюди, де застосовуються класичні ПЛК та підсистеми розподіленого вводу-виводу. Підтримують відкриті інтерфейси (Ethernet, PROFIBUS, CANOpen, DeviceNet, INTERBUS), володіють хорошим часом реакції і підходять для збору та обробки даних в умовах технологічних процесів періодичного, безперервного і безперервно-періодичного типу. За своєю продуктивності, обсягу пам'яті і функціональності ці контролери стоять в одному ряду з такими системами як Siemens серії SIMATIC S7-300, Modicon TSX Micro, OMRON CJ1, MELSECAnAS.

У якості головного обчислювального пристрою обираємо контролерний модуль з підтримкою Ethernet: CPU 215NET - PLC CPU тип 215-2BT13. Характеристики: Ethernet CP 243; Витя пара Ethernet via RJ45; 96 кВ робочої пам'яті; 144 кВ оперативної пам'яті.

Для збору дискретних сигналів обираємо модуль дискретних входів DI 16xDC 24V, PNP тип SM 221 (221-1BH10) – 1 од.

Для реалізації керування обладнанням обираємо модуль дискретних виходів DO 16xDC 24V, 2A тип SM 222 (222-1BH20) – 1 од.

Для електроживлення обраних модулів беремо модуль живлення PS 207 Вхідна напруга 100 ... 240 АС, 50/60 Гц, вихідна напруга 24 В \pm 5% DC, вихідний струм 2 А, монтаж на 35мм Din-рейку тип 207-1BA00.

Для живлення датчиків обираємо блок живлення DR-120-24 Mean Well 120Вт, 24В, 5А на Din-рейку.

Для живлення вихідних ланок обираємо блок живлення SDR-960-24 Блок живлення на Din-рейку Mean Well 960вт, 24в, 40А на Din-рейку.

Для комутації сегментів мережі обираємо комутатор D-Link на 8 портів.

Як АРМ оператора вибираємо настільний комп'ютер офісного рівня з TFT - монітором не менше 17".

Комп'ютер для SCADA повинен мати багатоядерний процесор (не менше 4 ядер) з високою тактовою частотою, мінімум 16 ГБ оперативної пам'яті, SSD не менше 512 ГБ, дискретну графічну карту з підтримкою сучасних графічних бібліотек і високої роздільної здатності (Full HD або вище), мережеву карту Gigabit Ethernet або вище, а також достатню кількість USB-портів і підключення до промислових інтерфейсів (RS-232, RS-485, Modbus, OPC тощо).

4.1.6 Розробка структурної схеми комплексу технічних засобів системи

Із урахуванням підбраної апаратної частини структурна схема обладнання кіберфізичної системи комплексу по виготовленню технічного мастила має вигляд, як наведено на рисунку 4.2.

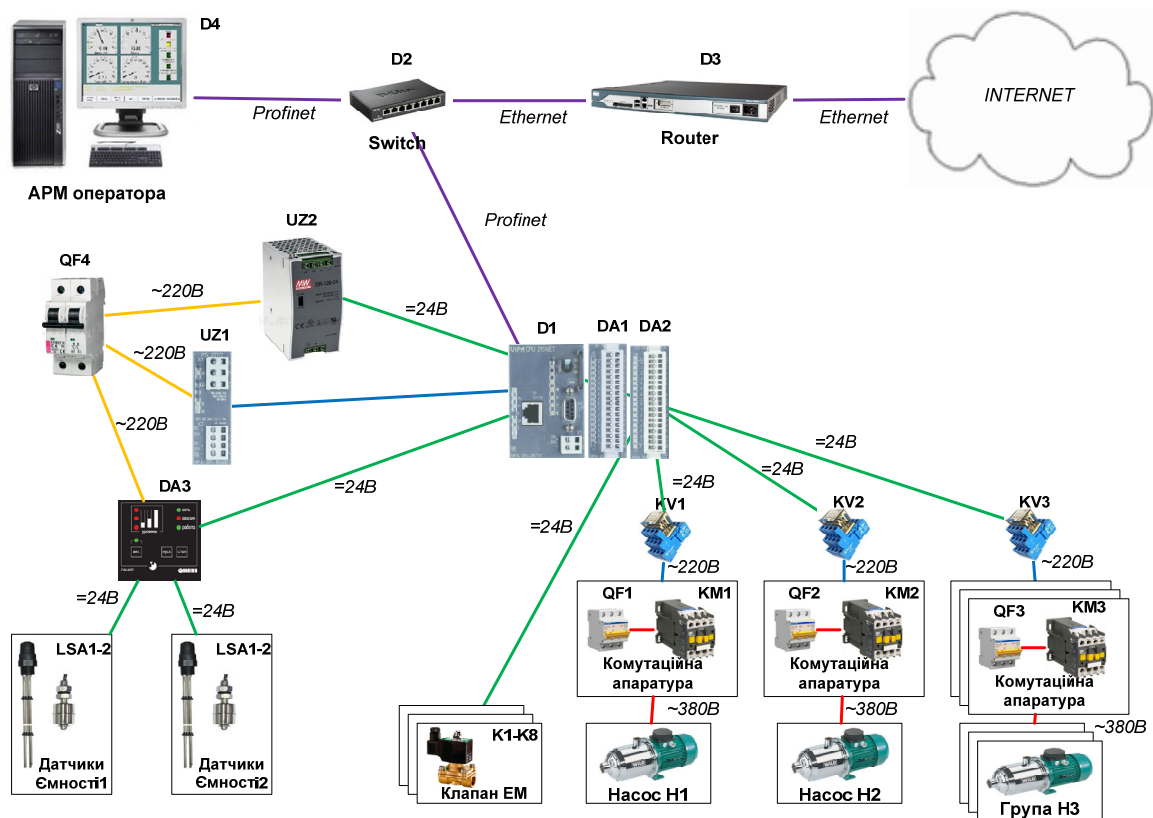


Рисунок 4.2 – Структурна схема комплексу технічних засобів кіберфізичної системи комплексу по виготовленню технічного мастила

ВИСНОВКИ

При виконанні роботи було досліджено структуру підприємства "TechLube" за для розробки кіберфізичної системи з локальною мережею. Було проведено аналіз та розроблено специфікації апаратних засобів і засобів передачі даних. Обрано структуровані кабельні системи для підключення мережевих пристроїв, а також виконано вибір необхідних компонентів з метою відповідності технічним вимогам для розвитку мережі. Були здійснені аналітичні розрахунки обсягів та швидкостей передачі даних по каналах інформаційної мережі з урахуванням обраного обладнання, а також розраховано можливі затримки обробки даних на вузлах мережі.

Для встановленої мережевої топології було відібрано відповідні інтерфейси для каналів зв'язку та налаштовано відповідні протоколи зв'язку. Була розрахована топологічна схема комп'ютерної мережі та визначені параметри маршрутизації. На основі отриманих результатів було проведено моделювання та тестування комп'ютерної мережі.

При виконанні роботи також було розроблено структуру та обрано комплекс технічних засобів для кіберфізичної системи змішування технічного мастила.

Перелік джерел посилання

1. Атестація здобувачів вищої освіти. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студентами галузі знань 12 Інформаційні технології спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія / Л.І. Цвіркун, С.М. Ткаченко, Я.В. Панферова, Д.О. Бешта, Л.В. Бешта. – Д.: НТУ «ДП», 2024. – 63 с.
2. Цвіркун Л.І. Комп'ютерні мережі. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту студентами галузі знань 12 Інформаційні технології спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія / Л.І. Цвіркун, Я.В. Панферова, Л.В. Бешта ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2018. – 28 с.
3. Line for cold blending lubricants [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/WO2015023212A1/en> (дата звернення 15.05.2024).
4. Device and method for combining oils with other fluids and mixtures generated therefrom [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/WO2008016937A2/en?q=WO2008016937A2> (дата звернення 15.05.2024).
5. Опис характеристик маршрутизатора cisco-2901-k9 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://stack-systems.com.ua/uk/marshrutizator-cisco-2901-k9> (дата звернення 15.05.2024).
6. Опис характеристик комутатора cisco-c1000fe-24t-4g-1 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу:

<https://stack-systems.com.ua/uk/kommutator-cisco-c1000fe-24t-4g-1>
(дата звернення 15.05.2024).

7. Опис характеристик комутатора cisco-c9500x-28c8d-e [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://stack-systems.com.ua/kommutator-cisco-c9500x-28c8d-e> (дата звернення 15.05.2024).
8. Опис характеристик точки бездротового доступу cisco-air-sap702i-e-k9 [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://stack-systems.com.ua/uk/tochka-dostupa-cisco-air-sap702i-e-k9> (дата звернення 15.05.2024).

Додаток А

Текст програми налаштування компонентів корпоративної комп'ютерної мережі кіберфізичної системи підприємства "TechLube"

**Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”**

**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
НАЛАШТУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОРПОРАТИВНОЇ
КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ
ПІДПРИЄМСТВА "TECHLUBE"**

Текст програми

804.02070743.20003-01 12 01

Листів 11

2024

АНОТАЦІЯ

Ця програма включає в себе частину програмного коду, яка дозволяє налаштовувати компоненти корпоративної мережі комп'ютерної системи. Вона призначена для налаштування IP, DHCP, VLSM, EtherChannel, AAA, інтерфейсів, протоколу маршрутизації, NAT, консольних і VTY ліній, а також створення мереж VPN, домену та SSH комп'ютерної системи.

ЗМІСТ

	Стор.
1. Налаштування роутера Stepanchenko R2	4
2. Налаштування роутера Stepanchenko R3	6
3. Налаштування комутатора Stepanchenko Sw_11	9

Налаштування роутера Stepanchenko_R2

```

version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
service password-encryption
!
hostname Stepanchenko_R2
!
enable secret 5
$1$mERr$hX5rVt7rPNoS4wqbXKX7m0
!
ip dhcp excluded-address 192.168.130.65
192.168.130.75
!
ip dhcp pool POOL_LAN1
network 192.168.130.64 255.255.255.224
default-router 192.168.130.65
dns-server 192.168.130.35
!
aaa new-model
!
aaa authentication login Login group radius
local
aaa authentication login SSH-LOGIN local
aaa authentication login default group
radius local
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
username Stepanchenko password 7
0822455D0A16
!
license udi pid CISCO2911/K9 sn
FTX15245JM3-
!
no ip domain-lookup
ip domain-name Stepanchenko_R2
!
spanning-tree mode pvst
!
interface GigabitEthernet0/1
description TO LAN1
ip address 192.168.130.65
255.255.255.224
duplex auto
interface Serial0/0/0
description to R1
bandwidth 128
ip address 10.10.3.2 255.255.255.252
ip ospf cost 7500
!
interface Serial0/0/1
description to R3
bandwidth 128
ip address 10.10.3.9 255.255.255.252
ip ospf cost 7500
!
router eigrp 3
redistribute static

```



```
passive-interface GigabitEthernet0/1
network 10.10.3.0 0.0.0.3
network 10.10.3.8 0.0.0.3
network 192.168.130.64 0.0.0.31
!
ip classless
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.202.1
!
ip flow-export version 9
!
banner motd #123-21zsk Stepanchenko.
Login for authorized users only#
!
radius server 192.168.130.132
address ipv4 192.168.130.132 auth-port
1645
!
line con 0
password 7 0822455D0A16
!
line aux 0
!
line vty 0 4
password 7 0822455D0A16
login authentication SSH-LOGIN
transport input ssh
line vty 5 15
password 7 0822455D0A16
transport input ssh
!
end
```

Налаштування роутера Stepanchenko_R2

```

!
version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime
msec
service password-encryption
!
hostname Stepanchenko_R3
!
enable          secret          5
$1$mERr$hX5rVt7rPNoS4wqbXKX7m0
!
ip dhcp excluded-address 192.168.130.1
192.168.130.3
ip dhcp excluded-address 192.168.130.17
192.168.130.19
ip dhcp excluded-address 192.168.130.33
192.168.130.35
!
ip dhcp pool POOL_VLAN13
network 192.168.130.0 255.255.255.240
default-router 192.168.130.1
dns-server 192.168.130.35
ip dhcp pool POOL_VLAN23
network 192.168.130.16 255.255.255.240
default-router 192.168.130.17
dns-server 192.168.130.35
ip dhcp pool POOL_VLAN33
network 192.168.130.32 255.255.255.240
default-router 192.168.130.33
dns-server 192.168.130.35
!
aaa new-model
!
aaa authentication login Login group radius
local
aaa authentication login SSH-LOGIN local
aaa authentication login default group
radius local
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
username Stepanchenko password 7
0822455D0A16
!
license udi pid CISCO2911/K9 sn
FTX1524ZW69-
no ip domain-lookup
ip domain-name Stepanchenko_R3
!
spanning-tree mode pvst
!
interface GigabitEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown

```

```

!
interface GigabitEthernet0/1
  no ip address
  ip nat inside
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1.13
  encapsulation dot1Q 13
  ip address 192.168.130.1 255.255.255.240
!
interface GigabitEthernet0/1.23
  encapsulation dot1Q 23
  ip      address      192.168.130.17
255.255.255.240
!
interface GigabitEthernet0/1.33
  encapsulation dot1Q 33
  ip      address      192.168.130.33
255.255.255.240
!
interface GigabitEthernet0/1.99
  encapsulation dot1Q 99
  ip      address      192.168.130.49
255.255.255.248
!
interface Serial0/0/1
  description des WAN3
  ip address 10.10.3.10 255.255.255.252
  ip nat inside
  clock rate 2000000
!
interface Serial0/1/0
  description WAN2
  ip address 10.10.3.6 255.255.255.252
  ip nat inside
  clock rate 2000000
!
interface Serial0/1/1
  description des WAN4
  ip address 10.10.3.14 255.255.255.252
  ip nat inside
!
interface Serial0/2/0
  description to ISP
  ip address 209.165.202.2 255.255.255.252
  ip nat outside
!
interface Serial0/2/1
  no ip address
  clock rate 2000000
  shutdown
!
router eigrp 3
  redistribute static
  passive-interface GigabitEthernet0/1.13
  passive-interface GigabitEthernet0/1.23
  passive-interface GigabitEthernet0/1.33
  passive-interface GigabitEthernet0/1.99
  network 10.10.3.4 0.0.0.3
  network 10.10.3.8 0.0.0.3
  network 10.10.3.12 0.0.0.3
  network 192.168.130.0 0.0.0.15
  network 192.168.130.16 0.0.0.15
  network 192.168.130.32 0.0.0.15
  network 192.168.130.48 0.0.0.7

```

```
network 209.165.202.0 0.0.0.3
!
ip nat pool Internet 209.165.202.5
209.165.202.30 netmask 255.255.255.224
ip nat inside source list 3 pool Internet
ip nat inside source static 192.168.130.132
209.165.202.3
ip classless
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.202.1
ip route 192.168.130.0 255.255.255.0
Serial0/2/0
!
ip flow-export version 9
!
access-list 3 permit 192.168.130.0
0.0.0.255
!
banner motd #123-21zck Stepanchenko.
There is area protection#
!
radius server 192.168.130.32
address ipv4 192.168.130.32 auth-port
1645
radius server 192.168.130.132
address ipv4 192.168.130.132 auth-port
1645
!
line con 0
password 7 0822455D0A16
!
line aux 0
!
line vty 0 4
password 7 0822455D0A16
login authentication SSH-LOGIN
transport input ssh
line vty 5 15
password 7 0822455D0A16
transport input ssh
!
end
```

Налаштування комутатора Stepanchenko Sw_11

```

version 15.0
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
service password-encryption
!
hostname Stepanchenko_Sw11
!
enable secret 5
$1$mERr$hX5rVt7rPNoS4wqbXKX7m0
!
ip domain-name Stepanchenko_Sw11
!
username Stepanchenko privilege 1
password 7 0822455D0A16
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
shutdown
!
interface FastEthernet0/2
shutdown
!
interface FastEthernet0/3
shutdown
!
interface FastEthernet0/4
shutdown
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 23
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 23
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 23
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 23
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/9
switchport access vlan 23
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
switchport access vlan 23
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
shutdown
!
interface FastEthernet0/13
switchport access vlan 13
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/14
switchport access vlan 13
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/15

```

```
switchport access vlan 33
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/16
switchport access vlan 33
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/17
switchport access vlan 33
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/18
switchport access vlan 33
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/19
switchport access vlan 33
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/20
switchport access vlan 33
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/21
switchport access vlan 33
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/22
switchport access vlan 33
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/23
switchport access vlan 33
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/24
switchport access vlan 33
switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/1
switchport trunk native vlan 100
switchport trunk allowed vlan 13,23,33,99-100
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/2
switchport trunk native vlan 100
switchport trunk allowed vlan 13,23,33,99-100
switchport mode trunk
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
interface Vlan99
description LAN Vnutr_99
ip address 192.168.130.50 255.255.255.248
!
ip default-gateway 192.168.130.49
!
banner motd #123-21zck Stepanchenko.
There is area protection#
!
line con 0
password 7 0822455D0A16
login
!
line vty 0 4
password 7 0822455D0A16
```

```
login local
transport input ssh
line vty 5 15
password 7 0822455D0A16
login local
transport input ssh
!
end
```

