

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 магістра  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Харчук Владислав Валентинович  
(ПІБ)

академічної групи 123М-21-1  
(шифр)

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

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

на тему «Програмно-технічна реалізація кіберфізичної системи швидкої доставки  
медикаментів до аптек з детальним опрацюванням модуля  
оплати»  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	доц. Сергєєва К.Л.			
розділів:				
теоретичний розділ	доц. Сергєєва К.Л.			
синтез системи	доц. Бешта Д.О.			
розроблення програмного забезпечення	ас. Панферова Я.В.			

<b>Рецензент</b>				
------------------	--	--	--	--

<b>Нормоконтролер</b>	проф. Цвіркун Л.І.			
-----------------------	--------------------	--	--	--

Дніпро  
2022

ЗАТВЕРДЖУЮ:

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

\_\_\_\_\_ Гнатушенко В.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)  
«\_\_\_» грудня 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу  
ступеня магістр  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Харчук В.В. академічної групи 123М-21-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

за освітньою-професійною програмою 123 «Комп'ютерна інженерія»

(офіційна назва)

на тему «Програмно-технічна реалізація кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів до аптек з детальним опрацюванням модуля оплати»

затверджена наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 31 жовтня 2022 р.  
№1200-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	На основі матеріалів виробничих практик, інших науково-технічних джерел сформулювати наукове завдання, конкретизувати предмет та мету досліджень	21.09.2022
Теоретичний	Обґрунтувати теоретичну базу розв'язання наукового завдання, якому присвячено роботу	26.10.2022
Синтез системи	Розробка комп'ютерної системи	05.11.2022
Розроблення програмного забезпечення	Розробка програмного забезпечення	20.12.2022
Експериментальний розділ	Проведення і обробка результатів експериментів	30.11.2022
Графічна частина	Графічні результати роботи подати у вигляді рисунків, схем, таблиць на 10 арк. формату А4.	10.12.2022

Завдання видано

\_\_\_\_\_ (підпис керівника)

доц. К.Л. Сергєєва  
(прізвище, ініціали)

Дата видачі

06 вересня 2022 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії

16.12.2022 р.

Прийнято до виконання

\_\_\_\_\_ (підпис студента)

Харчук В.В.  
(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 84 с., 47 рис., 6 табл., 1 дод., 19\_ джерел.

АПТЕКА, МЕРЕЖА, ТЕОРІЯ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, ВУЗОЛ

Об'єкт дослідження: Обґрунтування параметрів програмно-технічної реалізації кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів до аптек з детальним опрацюванням модуля оплати.

Мета: Синтез комп'ютерної мережі підприємства, визначення вузлів мережі, на які найбільш сильно впливають інформаційні перевантаження мережі, визначення умов і параметрів властивостей технічних пристроїв мережі, при яких може виникнути втрата працездатності. Розробка рекомендацій щодо модернізації мережі для підвищення її стійкості до перевантажень.

Практичний результат: Система відкрита і дозволяє проводити технічну та програмну модернізацію системи. Виявлення недоліків і шляхів вдосконалення комп'ютерної мережі досягається за рахунок використання наукового підходу до вирішення поставлених завдань.

Прикладні наукові розробки з моделювання комп'ютерних мереж показали їх надійність на багатьох прикладах їх застосування.

Результати перевірки у вигляді таблиць, графіків описуються і наводяться в пояснювальній записці і додатках.

## ЗМІСТ

Перелік скорочень, умовних позначок, одиниць і термінів	7
Вступ	8
1 Стан питання і завдання дослідження	11
1.1 Загальна характеристика	11
1.2 Галузь застосування комп'ютерної системи	12
1.2.1 Характеристика об'єкта впровадження	12
1.2.2 Географія розміщення	12
1.2.3 Структура підприємства	13
1.2.3.1 Організаційна структура	13
1.3 Кіберфізична системи швидкої доставки медикаментів до аптек	15
1.3.1 Структурна схема кіберфізичної системи	15
1.3.2 Програмне забезпечення	16
1.3.3 Дизайн системи	17
1.3.4 Сфера застосування або впровадження цієї системи	19
1.4 Модуль оплати	20
1.4.1 Платіжна інфраструктура продавця	22
1.4.2 Платіжні системи та взаємозаміна плюс обробка платежів	24
1.4.3 Безпека роботи кредитних карток	26
1.5 Програмне забезпечення	26
1.5 Завдання	31
2 Теоретична частина	33
2.1 Загальні відомості	34
2.2 Огляд аналітичних моделей для комп'ютерних мереж	37
2.2.1 Характеристика потоків в комп'ютерних мережах	37
2.2.2 Моделі комп'ютерної мережі	38
2.2.2.1 СМО тандемів. Теорема Бьорке	38
2.2.2.2 Теорема Бьорке	39
2.2.2.3 Теорема і відкриті мережі Джексона	41

	5
2.3 Розв'язання моделей систем масового обслуговування	42
2.4 Імітаційна модель мережі «1 Соціальна аптека»	43
2.4.1 Структура мережі рівня підприємства в пакеті Cisco Packet Tracer	43
2.4.3 Пропускна здатність найбільшого сегмента мережі	45
3 Синтез системи підприємства	48
3.1 Обстеження об'єкту розробки	48
3.1.1 Розробка схеми організаційної структури підприємства	48
3.2 Структурна схема комплексу технічних засобів комп'ютерної системи	49
3.2.1 Розробка архітектури комп'ютерної мережі та вибір обладнання	49
3.2.1.1 Термінал	49
3.2.2.2 Штрих-код Сканер	50
3.2.2.3 Монітор	51
3.2.2.4 Фіскальний принтер	51
3.2.2.5 Відео-фіксація	52
3.3 Серверне приміщення	54
3.4 Протизавадний фільтр	55
3.5 Комплекс технічних засобів комп'ютерної системи	58
3.6 Висновок	60
4 Розробка програмного забезпечення	61
4.1 Призначення й сфера застосування програми	61
4.2 Обґрунтування технічних характеристик програми	61
4.2.1 Постановка завдання на розробку програми	61
4.2.2 Структура і алгоритм функціонування програми	62
4.2.3 Метод організації вхідних і вихідних даних	62
4.2.4 Вибір складу програмних засобів	62
4.3 Опис розробленої програми	62
4.3.1 Загальні відомості	63
4.3.2 Функціональне призначення	63
4.3.3 Опис логічної структури програми	63
4.3.4 Використовувані технічні засоби	63

	6
4.3.5 Цикл роботи програми	63
4.3.6 Вхідні та вихідні дані	64
4.4 Висновок	64
5 Експериментальний розділ	65
5.1 Розробка математичної моделі мережі	65
5.2 Розрахунок параметрів мережі згідно її моделі	68
5.2.1 Параметри роботи мережі без впливу шкідливого ПЗ	71
5.2.2 Параметри роботи мережі під впливом вірусних програм	75
5.3 Висновки по розділу	79
Висновки	81
Перелік посилань	83
Додаток А	85

**ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ**

ІТ	– інформаційна система;
ТОВ	– товариство з обмеженою відповідальністю;
КС	– комп'ютерна система;
ПК	– персональний комп'ютер;
КМ	– корпоративна мережа;
ЛМ	– локальна мережа;

## ВСТУП

Недавня пандемія вимагала сильної і розумної системи охорони здоров'я, здатної ефективно впоратися з ситуацією, що виникла в результаті спалаху. Розумні кіберфізичні системи для охорони здоров'я є майбутніми системами, оскільки вони інтегрують фізичний та кібернетичний світ для ефективного функціонування медичних процесів та методів лікування за допомогою зовнішнього моніторингу та контролю людей, пристроїв та обладнання для безперервного зв'язку та обміну інформацією фізіологічними даними. Такі технології, як Інтернет речей, машинне навчання та штучний інтелект, породили розумні кіберфізичні системи, такі як розумні системи охорони здоров'я, розумні будинки, розумні транспортні системи та розумні речі. Такі системи носять міждисциплінарний характер з багатьма технологіями, які сприяють її ефективному функціонуванню.

Сучасні тенденції впровадження бізнесу змушують компанії використовувати сучасні досягнення наукового прогресу, щоб зайняти провідні місця на ринку. Використання глобальної мережі значно спрощує впровадження бізнесу, для ведення обліку роботи підприємства шляхом внесення інформації в бази даних і доступу в будь-який час. Основним засобом досягнення мети є використання мережевого обладнання надійного виробника. Основними потребами в ньому є: швидкість, обробка великого обсягу даних, контроль і регулювання транспортного потоку. Також підтримка обладнання в належному стані і своєчасна його заміна в разі морального або фізичного зносу.

У даній кваліфікаційній роботі представлена програмно-технічна реалізація кіберфізичної системи швидкої доставки лікарських засобів в аптеки з детальним вивченням платіжного модуля, який є складовою кіберфізичних систем охорони здоров'я.

Одним з можливих варіантів вирішення цієї проблеми, а в подальшій оптимізації аптеки, є створення сервісу інтернет-аптеки, де покупці матимуть можливість побачити наявність ліків в конкретній аптеці, забронювати їх і



забрати в певний час, до того моменту, коли співробітники закладу вже будуть готувати і упаковувати ліки, А покупцеві залишиться тільки забрати медикаменти і оплатити їх. Це полегшить життя як медичним працівникам, так і покупцям, оскільки зменшить черги та ризики зараження вірусом. Крім того, клієнтам буде доступна кур'єрська служба доставки ліків, що особливо актуально для невеликих міст і сіл, в аптеках яких може не бути певних необхідних жителям препаратів.

В Україні є великі сайти для онлайн-бронювання в різних аптеках міста, але всі вони стягують велику комісію з аптек за користування. Тому використовувати їх можуть тільки великі мережі аптек зі значним бюджетом. Ми, в свою чергу, пропонуємо послугу з базовим набором необхідних функцій, яка буде проста у використанні як для споживачів, в тому числі літніх людей (одна з найбільших груп ризику), так і для будь-якої аптеки, навіть в невеликому місті, яка може підключити послугу і скористатися нею.

Завданням кваліфікаційної роботи є проектування мережі для сегмента аптек «1 Соціальна фармація». Також інтеграція нового способу оплати продукту. Обов'язковою умовою мережі є створення безпечного обміну даними між аптечними відділами і клієнтською базою. Створення умов для високошвидкісної обробки підключення великої кількості запитів від зовнішніх пристроїв. Обробка даних із зовнішньої мережі несе великі ризики «злому» програмного забезпечення. Тому необхідно передбачити заходи безпеки.

### **Мета роботи і завдання дослідження.**

Удосконалення комп'ютерної мережі підприємства. Виявити вузли мережі, які найбільше постраждали від інформаційного перевантаження мережі. Визначити умови і властивості технічних пристроїв в мережі, при яких можуть виникнути втрати продуктивності. Розробити рекомендації щодо модернізації мережі для підвищення її стійкості до перевантажень.

### **Об'єкт дослідження.**

Програмно-технічна реалізація кіберфізичної системи швидкої доставки лікарських засобів в аптеки з детальним опрацюванням платіжного модуля, що

лежить в основі роботи, профілактики захворювань, фіксації порушень та безпеки в організаційній структурі.

### **Предмет і методи дослідження**

Предметом дослідження є структура комп'ютерної мережі, інформаційні властивості мережі, а також технічні можливості апаратного забезпечення. Для виконання завдань дослідження використовуються методи теорії масового обслуговування, розроблена математична модель комп'ютерної мережі як мережі масового обслуговування. Проведено дослідження властивостей мережі з різними параметрами інформаційного середовища і апаратних засобів.

### **Ідея роботи**

Виявлення найслабших вузлів комп'ютерної мережі, які в разі перевантаження призводять до інвалідності мережі і розробка рекомендацій щодо вирішення такої проблеми. Практичні результати – визначення недоліків і шляхів удосконалення комп'ютерної мережі досягається за рахунок використання наукового підходу до вирішення поставлених завдань. Прикладні наукові розробки з моделювання комп'ютерних мереж показали їх надійність на багатьох прикладах їх застосування.

### **Практичні результати:**

Виявлення недоліків і шляхів вдосконалення комп'ютерної мережі досягається за рахунок використання наукового підходу до вирішення поставлених завдань. Прикладні наукові розробки з моделювання комп'ютерних мереж показали їх надійність на багатьох прикладах їх застосування. Результати перевірки у вигляді таблиць, графіків описуються і наводяться в пояснювальній записці і додатках.

## 1 СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1 Загальна характеристика

«1 Соціальна аптека» – мережа аптек, яка займається постачанням мед препаратів до найближчого до покупця відділення. Має більш ніж 155 аптек в 47 містах України. Асортимент мережі аптек налічує 11 000 найменувань препаратів. Слоган компанії «Доступні ліки поруч» - це не просто слова, а філософія компанії. Компанія намагається прибрати будь-які види бар'єрів, щоб всі члени нашого суспільства без винятку, незважаючи на статус, географію та стан здоров'я мали однаково широкий доступ до необхідних медикаментів [1].

В мережі «1 Соціальна Аптека» - систематично проводить навчання персоналу по роботі з людьми з обмеженими можливостями, щоб в будь-який момент змогли надати професійну медичну допомогу.

Основна мета дистриб'ютора - продати товар за доступною ціною. У компанії є умови для само-вивозу і бронювання, кожен клієнт може замовити медикаменти в найближче відділення. Аптечна мережа має велику клієнтську базу. Транспортування фармакологічних засобів є основним джерелом доходу. Важливим фактором є оперативна робота системи, так як через недотримання норм зберігання це може привести до псування товару. Активно використовується комп'ютерна мережа компанії – база даних постійно змінюється в обліку наявності лікарських засобів на складі, вартості товарів з різних партій. Облік лікарських засобів ведеться постійно.

Дана мережа аптек має сайт – пошук препарату можна здійснювати за допомогою рядка пошуку або шляхом перегляду каталогу продукції. Категорії медикаментів можна сортувати (за назвою, ціною і популярністю). Правильно підбравши медикаменти, вам пропонують вибрати аптеку зі списку, в якому вони доступні, і пропонує зарезервувати їх. Далі замовник може самостійно забрати товар в обраний час.

Вже згадана система має недоліки, одним з яких є необхідність мати клієнта за місцем видачі товару. У деяких людей це викликає труднощі через

неможливість покинути приміщення за станом здоров'я або інших поважних причин. Через загрозу пандемії Covid-19 наявність заторів.

## **1.2 Галузь застосування комп'ютерної системи**

### **1.2.1 Характеристика об'єкта впровадження**

Великі аптечні мережі, такі як «Аптека низьких цін» або «Добрий день», мають власні онлайн-майданчики, де можна замовити ліки і кур'єрську доставку по великих містах або Новій Пошті. Такі методи корисні, але не дозволяють забезпечити необхідними медикаментами людей, які проживають в невеликих містах і селах і не мають доступних можливостей для отримання медикаментів.

Ще одним конкурентом для нашого сервісу є такі потужні онлайн-портали бронювання ліків, як [tabletli.ua](http://tabletli.ua) і [medbrowse.com](http://medbrowse.com), які дозволяють бронювати ліки і купувати їх в аптеках. Однак ця послуга охоплює тільки великі міста і села, а також не допускає доставки. Також є можливість доставки ліків з аптеки за допомогою служби доставки Glovo. Під час карантину вони працюють за нижчою ціною, але Glovo працює тільки в 11 великих містах. Тому розвиток нашого сервісу актуально для аптек, які працюють в невеликих містах і не входять до складу великих мереж.

Одним з рішень є створення кіберфізичної системи. Прикладом такої системи є мобільний додаток користувача, яке використовує супутник для коригування маршруту і напрямку до пункту прибуття. Кіберфізична система домоглася великої популярності за можливість отримувати корективи в обчислювальних операціях в масштабі реального часу, операціях з великими обсягами зберігання інформації.

### **1.2.2 Географія розміщення**

На рис. 1.1 показана географія розташування мережі аптек «1 Соціальна Аптека» на мапі України станом до російської агресії (до 24.12.2022), головний офіс - 79032, Львівська область, місто Львів, вулиця Дж. Вашингтона, будинок 21 [1].

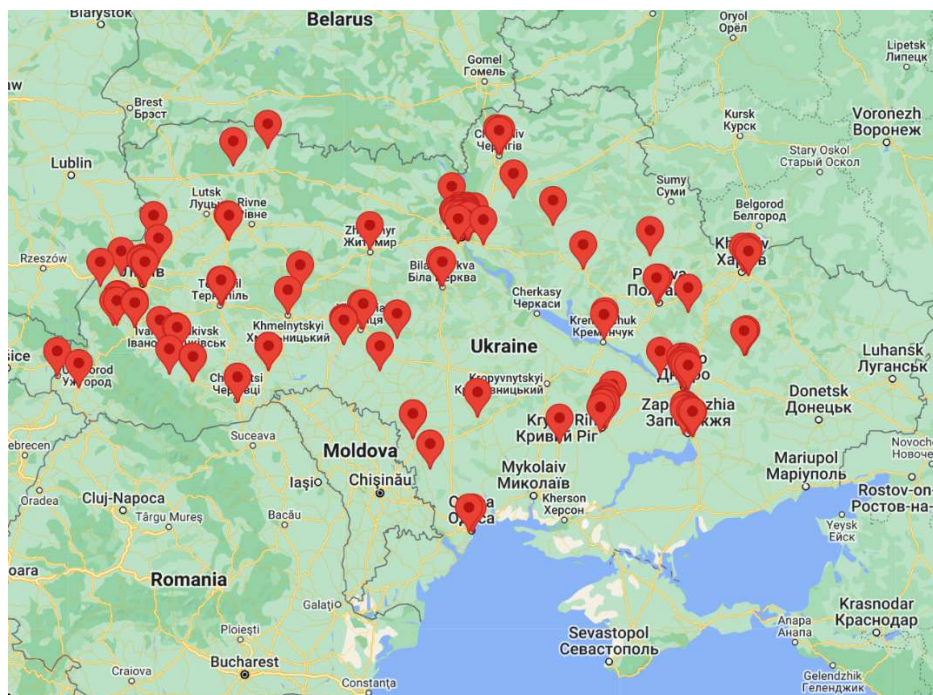


Рисунок 1.1 - Географія розташування мережі аптек «1 Соціальна Аптека» на мапі України

На рис .1.2 – Фото аптеки мережі «1 Соціальна Аптека», розташованої за адресом місто Львів, вулиця Симона Петлюри, 17



Рисунок 1.2 – Аптека мережі «1 Соціальна Аптека» вулиця Симона Петлюри, 17

## 1.2.3 Структура підприємства

### 1.2.3.1 Організаційна структура

Організаційна структура мережі аптек представлена на рис. 1.1.

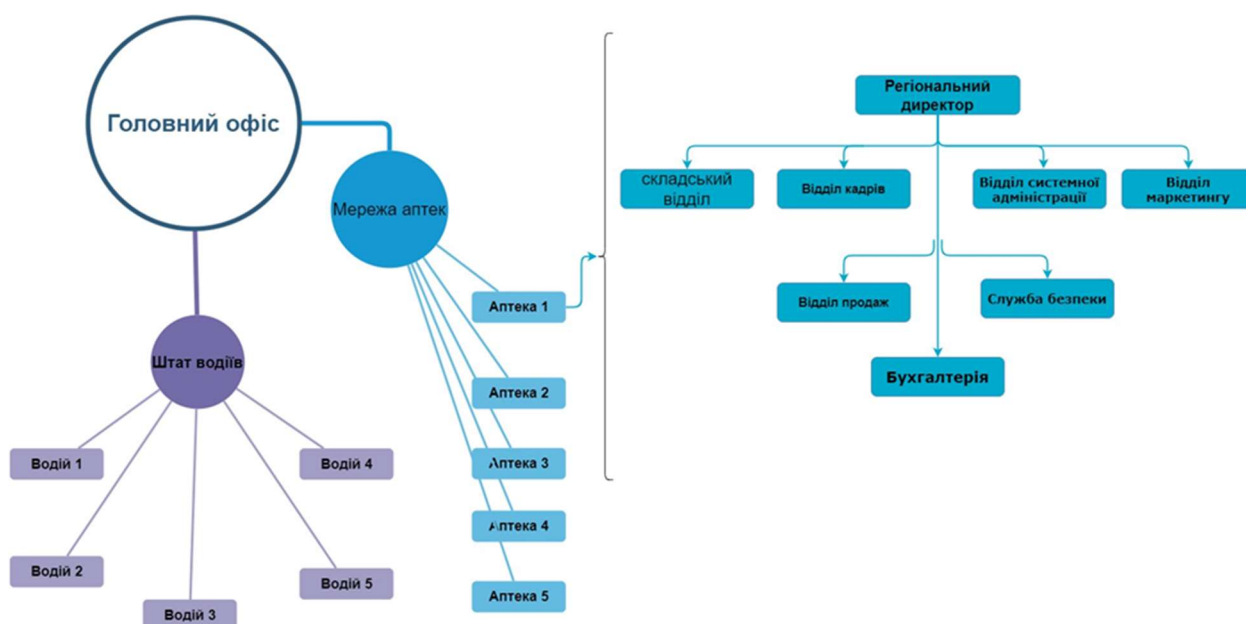


Рисунок 1.1 – Схема організаційної структури мережі аптек «1 Соціальна аптека»

Генеральний директор – головний управляючий мережею філіалів в Україні. Координує дії регіонального директора.

Компанія має по декілька регіональних філіалів кожним з яких управляють регіональні директори. Які виконують доручення генерального директора у відповідному департаменту.

Складський відділ - професійна займається доставкою товару та розробляє вигідну схему поставок. Їх завдання побудувати оптимальний маршрут та вести складування товару.

Відділ бухгалтерії - ведуть звіт по роботі підприємства його загальну виручку, визначення амортизації основних засобів.

Відділ кадрів - облік чисельного складу компанії, підготовка робочого персоналу. Його задача створення робочих місць та наявності резерву

Відділ охорони праці - служба яка має стежити за дотриманням норм безпеки на виробництві. Забезпечити підприємство усім необхідним для усунення надзвичайної ситуації.

Відділ маркетингу та реклами - поширює інформацію про компанію, з метою приросту потенційних клієнтів та створення «доброго імені».

Служба безпеки – основною задачею є збереження цілісності товару підприємства. Захищати від несанкціонованого доступу зловмисника.

### 1.3 Кіберфізична системи швидкої доставки медикаментів до аптек

У кваліфікаційні роботі магістра розглядаються питання пов'язані з програмно-технічною реалізацією кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів до аптек. Така система матиме необхідні функції, які передбачає наша система.

#### 1.3.1 Структурна схема кіберфізичної системи

Онлайн-система доставки ліків - це веб-додаток на основі Інтернету, який працює через Інтернет і надсилає замовлення клієнтам через кредитні картки, транспортні компанії або систему оплати доставки. Люди можуть купувати і продавати свою продукцію, сидячи вдома. Він стає популярним з кожним днем у всьому світі навіть у внутрішньому ринковому просторі. Мета полягає в тому, щоб зробити процес замовлення та системи доставки лікарських засобів набагато простішими та зручними для клієнтів. Дуже важливо створити зручне середовище. У цьому розділі описується основна структура запропонованої системи. На рис. 1.3 представлена структурна схема запропонованої системи.

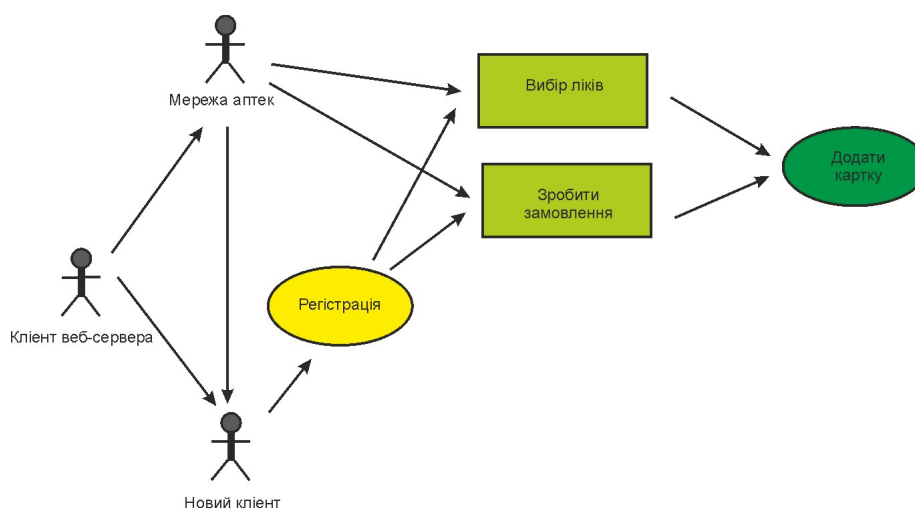


Рисунок 1.3 - Структурна схема кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів до аптек

Структурна схема ілюструє, що клієнти можуть бачити веб-додаток і робити реєстрацію з належною інформацією на веб-сайті.

Після завершення реєстрації на сайті замовник може переглянути товари, здійснити покупку шляхом додавання в кошик. Клієнти можуть оплатити під час доставки, яка називається післяплатою (післяплатою). Клієнти відчують себе комфортніше, роблячи оплату післяплати, оскільки вона надійніша.

Для створення умов для збереження інформації дана мережа аптек використовує бази даних, наявності мед препаратів. Кожен з філіалів обладнана файловим сервером.

### 1.3.2 Програмне забезпечення

Структурний рівень модуля програмного забезпечення показано на рис. 1.4 (технологічна схема системи), яка ілюструє наступне: спочатку користувач відвідає домашню сторінку та увійде під своїм позначеним логіном та паролем.

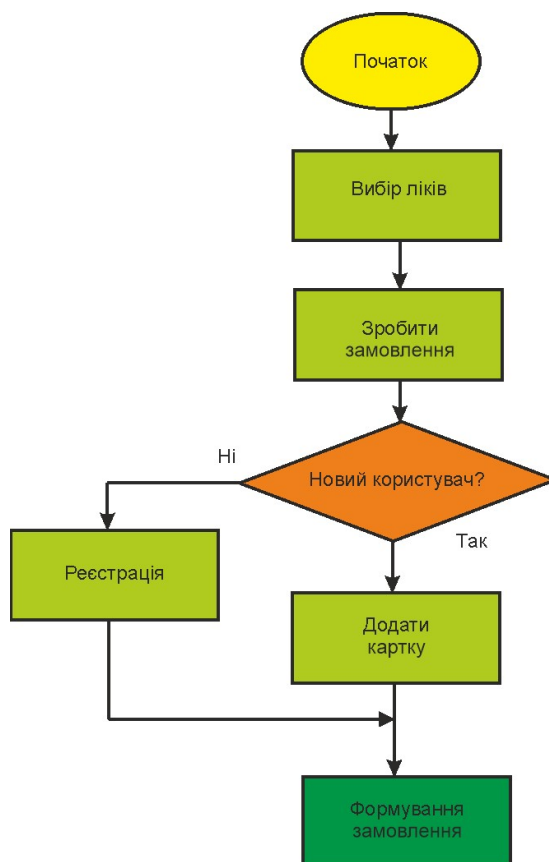


Рисунок 1.4 - Технологічна схема системи



Якщо хтось надає недійсне або неправильне ім'я користувача та пароль, система видає повідомлення про помилку. Для нового клієнта провайдеру потрібно вказати власне ім'я та адресу електронної пошти для реєстрації. Після завершення реєстрації користувач може придбати будь-який товар на веб-сайті. Існує форма пошукової машини, в якій можна шукати конкретні ліки. Після вибору потрібного товару користувач може додати його в кошик і замовити товар. Потім відбудеться система доставки. Кур'єр доставки відвезе замовлення в найближчий магазин і доставити товар в короткі терміни.

Наведена на рис. 1.4 схеми ілюструє методологію, в якій розроблювана система буде працювати.

### **1.3.3 Дизайн системи**

Передбачається покроковий процес роботи у системі.

За допомогою візуального представлення це дозволить користувачу отримати більш чітке уявлення про запропонований онлайн-додаток електронної комерції для системи доставки ліків.

На рис.1. 5 представлена домашня сторінка запропонованої системи.

В основному це цільова сторінка онлайн-системи доставки ліків. Користувач може побачити цю сторінку, коли вперше увійде в розроблену систему. Система має три дуже важливі частини, такі як: обробка інформації користувача, інтерфейс і база даних. Ця платформа являє собою динамічний веб-додаток, вбудований в гіпертекстовий препроцесор (PHP) на базі фреймворку з потужним обробником команд. Препроцесор гіпертексту або персональна домашня сторінка (PHP) - це мова сценаріїв, яка широко використовується для створення динамічних веб-сторінок, поєднуючи синтаксис з мов С, Java і Perl. Код PHP вбудовується в HTML-сторінки для виконання на стороні сервера. Він зазвичай використовується для вилучення даних з бази даних на веб-сервері та представлення їх на веб-сторінці. Він широко використовується з базою даних MySQL.

MySQL - це система управління реляційними базами даних з відкритим вихідним кодом. Інформація в базі даних MySQL зберігається у вигляді пов'язаних таблиць. Бази даних MySQL зазвичай використовуються для розробки веб-додатків. Запити до баз даних MySQL виконуються за допомогою підмножини команд стандартної мови структурованих запитів (SQL). В системі використовується база даних MySQL, яка розміщена на виділеному віртуальному приватному сервері (VPS). Ця система швидка і дуже добре оптимізована для пошукових систем. Algolia - це дуже швидкий варіант пошуку, який був використаний в даній роботі.

Домашня сторінка фактично є передньою частиною програмної системи. В основному для цього інтерфейсу домашньої сторінки ми використовували CSS – каскадні таблиці стилів рівня, які необхідні для форматування макета веб-сторінок. CSS можна використовувати для визначення стилів тексту, розмірів таблиць та інших аспектів веб-сторінок. CSS допомагає веб-розробникам створити єдиний вигляд на кількох сторінках веб-сайту. Замість того, щоб визначати стиль кожної таблиці та кожного блоку тексту.



Рисунок 1.5 - Картинка з домашньої сторінки

Одна з найбільших відмінностей HTML5 від попередніх версій стандарту полягає в тому, що для старих версій HTML потрібні фірмові плагіни і API. Фото фонові обкладинки можна змінити вручну за допомогою Ajax (Asynchronous JavaScript і XML).

Ajax - це група взаємопов'язаних методів веб-розробки, що використовуються на стороні клієнта для створення асинхронних веб-додатків. За допомогою Ajax веб - додатки можуть асинхронно надсилати дані на сервер і

отримувати їх із нього, не заважаючи відображенню та поведінці наявної сторінки. Ажас дозволяє вмісту на веб-сторінках оновлюватися відразу, коли користувач виконує дію, на відміну від HTTP-запиту, під час якого користувачі повинні чекати завантаження абсолютно нової сторінки.

Найважливіша частина системи демонструється рис. 1.6, де ми спостерігаємо дуже інтерактивну домашню сторінку, яка була розроблена для задоволення користувачів. Домашня сторінка складається з навігаційного меню у верхній частині веб-сайту, який затухає, коли ми знаходимося не у верхній частині екрану. Крім того, нові вхідні клієнти можуть зареєструватися в Інтернеті та отримати бажані продукти за допомогою кнопки реєстрації. Оскільки домашня сторінка використовує переваги методу прокрутки, тому на цій домашній сторінці є інші функції, які не обговорюються із за обмеження на об'єм пояснювальної записки кваліфікаційної роботи.

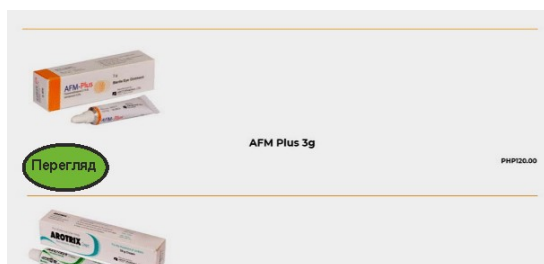


Рисунок 1.6 – Навігація у меню ліки

### 1.3.4 Сфера застосування або впровадження цієї системи

Розроблена онлайн-система доставки ліків буде досліджена з деякими планами на майбутнє. У майбутньому буде додано більше додаткових функцій. Він включатиме мобільний додаток для Android з багатьма розширеними функціями. Заплановано запуснути цей веб-додаток як бізнес-сайт, який буде працювати як сайт електронної комерції.

Зараз електронна комерція підходить всім не тільки для цієї мети, але і для інших цілей. Зараз видно, що темпи ситуації з COVID-19 вже знов зростають. Тому попит на онлайн-систему доставки ліків буде збільшено і це зробить систему стійкою. Крім того, система онлайн-медицини багато в чому допомагає людям. Це економить час, гроші та подорожі людей. Люди можуть легко

отримати свої речі вдома. У нашій країні збільшується кількість хронічних хворих і люди похилого віку також величезні, тому ця система допоможе людям різних вікових груп і різних професій і різної статі багато в чому.

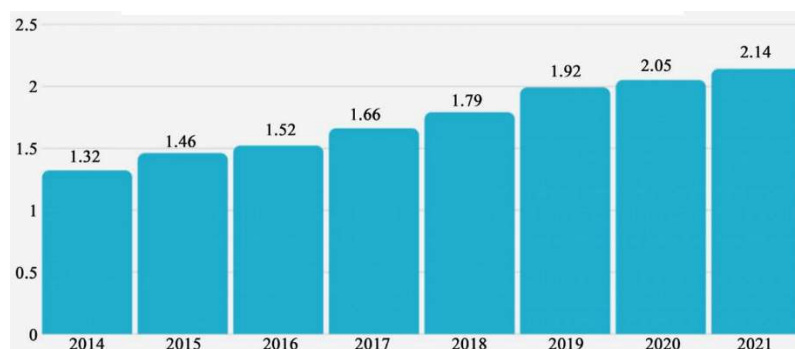


Рисунок 1.7 – Кількість у мільярдах електронних покупців по всьому світу з 2014 по 2021 рік [2]

#### 1.4 Модуль оплати

Транзакція з кредитною карткою може здатися такою ж простою, дотик, але вона включає в себе кілька кроків і гравців (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 – Транзакція з кредитною карткою

Обробка платежів - це те, як підприємства здійснюють транзакції з кредитними та дебетовими картками. Послуги з обробки платежів прискорюють операції з картками, а платіжні шлюзи безпечно передають дані, щоб гроші з банку-емітента клієнта могли бути перераховані на рахунок продавця. Все це відбувається за лічені секунди. Кінцевим результатом є клієнт, який успішно здійснює покупку без використання готівки або чека, і бізнес, який завершує продаж [3].

На перший погляд, транзакція з кредитною карткою здається простою, але в ній є набагато більше. Коли ви використовуєте кредитну або дебетову картку для здійснення покупки, серія дій відбувається в електронному вигляді для завершення транзакції. Під час транзакції однією карткою платіж обробляється, перевіряється, приймається або відхиляється, а також перераховуються гроші. Хоча вся транзакція може зайняти лише секунди, процес, що відбувається за лаштунками, складний. Ось що відбувається, коли ви робите покупку. Для прикладу розглянемо, як виглядає платіжна операція, коли ви розміщуєте просте замовлення.

Крок 1: Коли ви розміщуєте замовлення, ваш касир надає вам загальну суму, і ви представляєте свій спосіб оплати. Ви знаходитесь у точці покупки. Це може бути в магазині або онлайн. Якщо ви робите замовлення на доставку, можливо, ви вказуєте свою інформацію. Способи оплати в пункті покупки можуть включати дебетову або кредитну картку, готівку, чек або грошовий переказ. Сьогодні ще більше споживачів використовують цифрові способи оплати для здійснення покупок в магазині та в Інтернеті. Згідно з новими прогнозами PwC, очікується, що обсяг безготівкових платіжних операцій у всьому світі зросте більш ніж на 80% у період з 2020 по 2025 рік з 1 трлн до 1,9 трлн.

Крок 2: Підключення до платіжного шлюзу. Платіжний шлюз – це інструмент, який надійно з'єднує інформацію, яка надсилається через платіжну систему з банку клієнта до облікового запису продавця. Щойно ви надаєте платіжну інформацію, платіжний шлюз повідомить про відхилення або прийняття платежу. Однак саме процесор підтримує транзакцію, безперешкодно збираючи інформацію про картку з банку-емітента клієнта (кредитна картка / дебетова картка) для переказу на рахунок продавця.

Крок 3: Доставляє інформацію через платіжний процесор. Платіжні процесори діють як човник, доставляючи інформацію з банку-емітента кредитної картки на рахунки продавців, де в кінцевому підсумку приземляються прийняті платежі.

Крок 4: Підтвердження оплати в банку-емітенті. Банк-емітент - це фінансова установа, пов'язана з кредитною картою клієнта. Платіжний процесор перевіряє безпеку картки та полегшує переказ платежу, переміщаючи гроші з банку-емітента на рахунок продавця.

Крок 5: Переведення коштів на рахунок продавця. Коли транзакція з кредитною картою обробляється та схвалюється, компанія з обробки платежів полегшує рух грошей з банку-емітента на рахунок продавця. Цей банківський рахунок дозволяє компанії приймати кредитні картки, дебетові картки та цифрові платежі.

Весь цей процес відбувається швидко, між часом, коли ви розміщуєте замовлення, і моментом вручення вам квитанції або надсилання вам електронної пошти.

#### **1.4.1 Платіжна інфраструктура продавця**

Система точок продажу (POS) є ядром платіжної інфраструктури продавця. POS-системи включають апаратне та програмне забезпечення, яке дозволяє продавцям приймати платежі, відстежувати запаси та полегшувати інші бізнес-функції, такі як планування зустрічей або управління заробітною платою. Система точок продажу дозволяє клієнтам вибирати серед різних варіантів оплати, включаючи кредитні картки, такі як Visa або MasterCard, цифровий гаманець, дебетову картку, онлайн-платіж або навіть крипто-валюту. Зрештою, POS-система продавця завершує операції з продажу, включаючи додавання податку з продажів, облік рекламних акцій та надання квитанцій.

Платіжний процесор - це не те ж саме, що POS-система. Однак деякі POS-системи забезпечують обробку платежів і платіжний шлюз як пакетну послугу. Платіжний шлюз встановлює безпечне з'єднання для шифрування даних кредитної картки та безпечного переміщення. Платіжний шлюз перевіряє справжність картки, запобігаючи витоку особистої інформації клієнта під час транзакції. Ось як виглядає процес, коли власник картки робить покупку:

Транзакція ініціюється, коли клієнт вводить свою платіжну інформацію в Інтернеті або представляє свою картку в магазині.

Дані з картки потрапляють в платіжний шлюз і передаються в банк продавця. Платіжний процесор зв'язується з картковою мережею клієнта, щоб направити транзакцію до банку-емітента. Банк-емітент перевірить кошти і прийме або відхилить нарахування. Цей крок також передбачає сканування на предмет шахрайських або підозрілих транзакцій. Код надсилається платіжному процесору після перевірки транзакції банком-емітентом картки, який потім передає цей код платіжному шлюзу.

Продавець і клієнт отримують заповнене платіжне повідомлення на зчитувач карток. Весь процес займає всього кілька секунд. Вам може не знадобитися окремий платіжний шлюз, якщо ви приймаєте кредитні та дебетові картки через POS-систему, яка пропонує цю технологію. Наприклад, POS-система Block фіксує дані клієнтів і працює безпосередньо з платіжними шлюзами для спрямування грошей з банку-емітента в банк-продавець.

Платіжні шлюзи іноді інтегровані з віртуальними терміналами кредитних карток або пропонуються як внутрішня послуга від платіжного процесора, тому продавці можуть співпрацювати з однією організацією для завершення транзакцій власників карток. Підприємствам будь-якого розміру слід враховувати важливість безпеки, додатковий рівень захисту від платіжного шлюзу приваблює багато підприємств.

Платіжний процесор - це служба постачальників, яка дозволяє продавцям і власникам бізнесу приймати платежі від клієнтів, які використовують інші способи оплати, крім готівки або чека. Платіжний процесор переміщується по інтерфейсу між банком мерчанта і клієнтом. Хоча іноді їх плутають один з одним, платіжний шлюз і процесор платежів є окремими сутностями, хоча обидва мають вирішальне значення для транзакції. Платіжний шлюз безпечно переміщує дані, а платіжний процесор переказує кошти. Платіжний процесор обробляє транзакції з кредитними та дебетовими картками для продавців, по суті, виступаючи посередником.

Процесори платежів:

- запит на схвалення транзакції;
- зв'язок з банком-емітентом картки;
- переказ коштів на рахунок продавця.

Існують різні типи послуг з обробки кредитних карток, які підприємства можуть вибрати, і важливо зрозуміти відмінності, щоб знайти найбільш економічно ефективну модель, особливо для малого бізнесу: Послуга обробки платежів на основі підписки: Вони, як правило, мають щомісячну плату та різні моделі ціноутворення. Плани можуть включати додаткові комісії за транзакцію, хоча іноді вони нижчі, ніж у інших компаній. Плани підписки, як правило, приносять користь продавцям і підприємствам з великими обсягами транзакцій.

#### **1.4.2 Платіжні системи та взаємозаміна плюс обробка платежів**

Продавці можуть стягувати комісію за транзакцію кредитної / дебетової картки. Ці збори можуть включати ставку обміну, також відому як комісія за свайп, яка стягується емітентом кредитної картки. Платіжні процесори зазвичай мають комісію за транзакції, яка є або взаємозамінною, або фіксованою. Модель interchange-plus - це місце, де процесор стягує фіксовану плату за обмін і додаткову плату на додачу до цього. Наприклад, процесор може стягувати 1,8 % покупки як комісію за обмін, а потім додатковий відсоток або комісію, наприклад, 0,3%.

Обробка платежів за фіксованою ставкою: при обробці з фіксованою ставкою плата є статичною ставкою, як правило, вище ставки обміну. Процесор може стягувати відсоткову комісію на основі транзакції, яка покриває витрати на ставку обміну, а потім і деякі. Деякі процесори стягуватимуть фіксовану щомісячну плату за платіжний шлюз або обліковий запис продавця, який покриває ці основні послуги. Продавці також можуть бути зобов'язані сплатити випадкові збори за такі ситуації, як повернення коштів або недостатня кількість коштів. Деякі платіжні процесори також об'єднують послуги, пропонуючи



платіжний шлюз і торговий рахунок, щоб ви могли працювати з однією організацією обробки кредитних карток для завершення транзакцій.

Чи є різниця між платіжним процесором і процесором кредитних карток? Ці терміни часто використовуються як взаємозамінні. Платіжний процесор полегшує транзакції з кредитними та дебетовими картками. Платіжні системи обробляють транзакції з кредитними картками і їх часто називають обробниками кредитних карток. Переконайтеся, що ваш процесор платежів і платіжний шлюз інтегруються, щоб транзакції могли оброблятися безперебійно. Що таке мерчант-рахунок? Торговий рахунок діє як зона утримання для очікуваних транзакцій власників карток. Після того, як платіж за кредитною або дебетовою картою оброблений і схвалений, він перенаправляється з банку-емітента картки на торговий рахунок. Потім ці кошти зараховуються на банківський рахунок компанії.

Обліковий запис продавця та банківський рахунок компанії функціонують по-різному. Корпоративний рахунок обробляє витрати, пов'язані з операціями, наприклад, оплату оренди. Обліковий запис продавця призначений лише для обробки кредитних карток. У ланцюжку обробки платежів обліковий запис мерчанта є посадковим майданчиком для платежів. Після успішного опрацювання та затвердження транзакцій держателя картки здійснюється переказ на мерчант-рахунок. Зазвичай протягом від 24 годин до трьох днів платежі переміщуються з мерчант-рахунку за допомогою переказу АСН до фінансової установи компанії.

Платіжні системи призначають продавцям рахунок, на якому зберігаються кошти. Мерчант-акаунти можуть бути в комплекті з платіжними процесорами як додаткова функція або включені в POS-систему. Малі підприємства можуть почати обробку платежів, пов'язуючи з агрегатором платежів (фасилітаторами платежів), таким як PayPal, Stripe або Block, щоб отримати доступ до головного облікового запису продавця як суб-мерчант.

### **1.4.3 Безпека роботи кредитних карток**

Прийом платежів кредитною карткою не обходиться без ризику. Професійні та особисті витрати на витік даних можуть бути астрономічними для вас і ваших клієнтів. Однак існують способи захисту цієї важливої інформації. Якщо ваша компанія приймає або обробляє платіжні картки будь-якого типу, ви повинні дотримуватися Стандарту безпеки даних індустрії платіжних карток (PCI-DSS), викладеного Організацією зі стандартів безпеки PCI. Відповідність стандарту PCI вимагає, щоб дані власника картки безпечно оброблялися, передавалися та зберігалися продавцями та постачальниками послуг протягом усього процесу оплати. Важливо, щоб власники бізнесу вибрали процесор кредитних карток, сумісний з PCI. Безпека інформації ваших клієнтів має вирішальне значення для ведення успішного та прибуткового бізнесу.

Якщо компанія обробляє особисті транзакції, власник бізнесу також повинен розглянути POS-системи, які працюють з чіп-картами EMV. EMV-карти додають ще один рівень захисту від шахрайства для особистих продажів. Вбудовані картки є новим стандартом захисту від шахрайства, і більшість платіжних процесорів можуть надавати EMV-сумісні термінали.

### **1.5 Програмне забезпечення**

В наш час, новітні технології стрімко розвиваються. Щодня на різноманітну тематику з'являються нові продукти, сайти, проекти, додатки. Будь-хто, за допомогою натискання декількох клавіш, може знайти будь-яку йому потрібну інформацію в інтернеті. Сфера медицини також не відстає в цьому плані.

У всесвітній мережі є безліч різноманітних сайтів, зайшовши на які можна побачити різноманітні пункти вакцинації. Проте не кожен сайт може надати саме ту інформацію, яку ви шукаєте .

Коли розробник має якусь хорошу ідею для реалізації, наприклад сайт з рецептами, який буде простим у користуванні і разом з тим матиме доволі велику базу пунктів, або ж додаток на мобільний пристрій, то перед ним рано чи пізно постане проблема з наповненням бази даних сайту чи додатку необхідною

інформацією, причому у великих обсягах. Так само потрібно буде спроектувати базу даних для ліків, забезпечити їх класифікацію, дозволити зберігати зворотні відгуки від кінцевих користувачів. Для вирішення цієї проблеми може бути декілька способів, наприклад: складання бази даних вакцин власноручно, або ж пошук по існуючим сайтам рецептів.

Так само розробник зможе написати парсер сайтів, який буде наповнювати базу даних вакцин в автоматичному режимі. Найкращим виходом в цій ситуації є використання сайтів вакцин з існуючими програмними інтерфейсами для доступу до потрібної розробнику інформації, за допомогою якого його сайт або мобільна аплікація зможе здійснювати пошук вакцин у вже існуючій базі даних. Так само перед розробником системи може бути інша проблема – міграція сайту з однієї платформи на іншу, у випадку якщо початкова платформа не в змозі забезпечити доволі просте розширення функціоналу, редизайн, або ж розробка додаткового програмного продукту, який повинен використовувати ту ж саму базу даних.

У кваліфікаційній роботі бакалавра було розроблено додаток.

Мета розробки полягала в забезпеченні легкого систематизування при бронюванні ліків, яке направлено в першу чергу для оптимізації цього процесу в умовах пандемії через коронавірус та зменшення часу, який витрачений на обслуговування одного пацієнта, зниження можливих ризики захворювань.

Переваги мобільного додатку:

- система працює цілодобово, тому пацієнт матиме можливість дізнатися про наявність та замовити доставку ліків у зручний час, а водій в свою чергу повідомляє про успішно виконаного замовлення;
- створення бази постійних клієнтів, які реєструватимуться в мобільному додатку;
- можливість реклами та інтеграція в онлайн-сервіс, як додаткового джерела доходу для підприємства;
- зменшення черги в пункті видачі, що призведе до збільшення кількості пацієнтів та більшого прибутку.

Проект додатку складається з серверної та клієнтської частини, в сервер було виконано за допомогою хмарних послуг google firebase. Даний сервіс представляє послуги не тільки розсорткування, а й інтеграції різних модулів. Має високий рівень довіри серед користувачів. База даних Firebase - це, структура бази даних - NoSQL, дане рішення допомагає отримувати дані в реальному часі. Однією з переваг є те, що база даних може працювати в автономному режимі, кешуючи дані в пам'яті пристрою та після повторного підключення до Інтернету, синхронізуючи їх.

Дані зберігаються у форматі JSON і можуть бути запитані користувачами. З точки зору безпеки, база даних у реальному часі забезпечує доступ до даних на основі дозволів. Це можна зробити за допомогою автентифікації Firebase та надання дозволів за ідентифікацією користувача або правилами безпеки.

В Україні існують великі сайти для онлайн-бронювання в різних аптеках міста, але всі вони беруть велику комісію з аптек за користування. Тому ними можуть користуватися лише великі мережі аптек зі значним бюджетом. Ми у свою чергу пропонуємо сервіс з базовим набором необхідних функцій, який буде простим у користуванні для споживачів, в тому числі для людей похилого віку (є однією з найбільших груп ризиків), та для будь-якої аптеки навіть у маленькому місті, яка зможе підключити сервіс та ним користуватися. Даний сервіс надає можливість доставки медикаментів на дім. Створене програмне рішення збільшить ринкову територію підприємства. Вдосконалисть систему введення бізнесу в цілому. Збільшить виручку підприємства за рахунок приросту бази клієнтів.

Програма складається з продавця, клієнта та водія. Клієнтський додаток формує замовлення додає його в кошик та очікує на доставку. Водійський додаток використовує дані замовлення та забирає замовлення та виконує доставку, по оплаті повідомляє про сплату. Додаток продавця – виконує адміністративну роль, виконує різні операції: додавання, видалення, оновлення змісту товару. Діаграма дій процесу на рис. 1.9

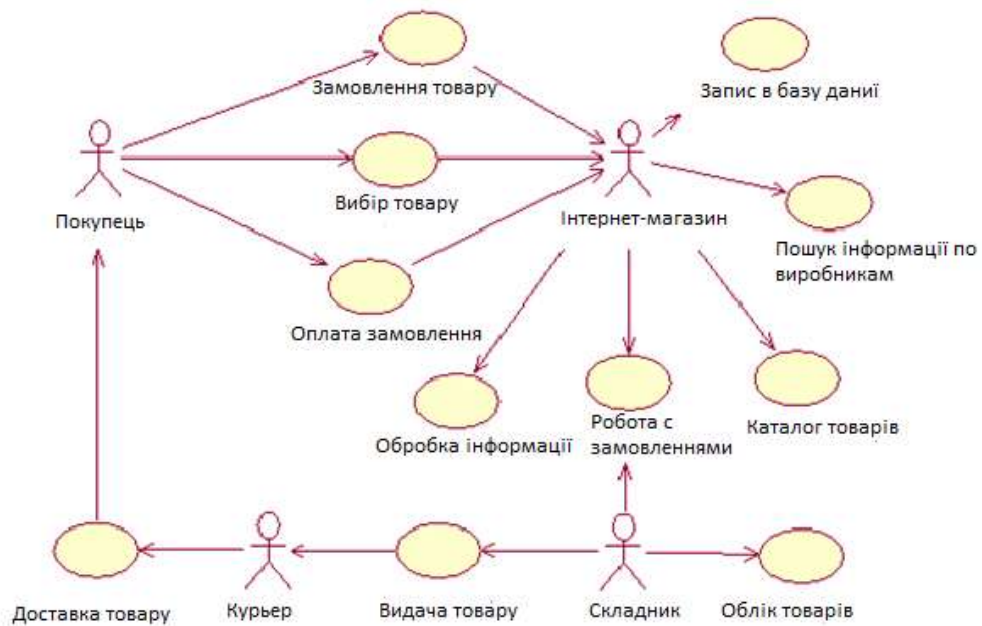


Рисунок 1.9 - Діаграма прецедентів, яка відображає процеси, пов'язані з роботою До використаних технічних засобів можна віднести наступне.

Програму для розробки Android Studio, яка має велику кількість модулів для створення незвичайних задач. Для функцій відклади програми до виконання повного тестування програми.

Використання допоміжних програм збірників таких як Gradle. Даний збірник проектів може виконати підключення великої кількості бібліотек з власного чи допоміжних репозиторіїв.

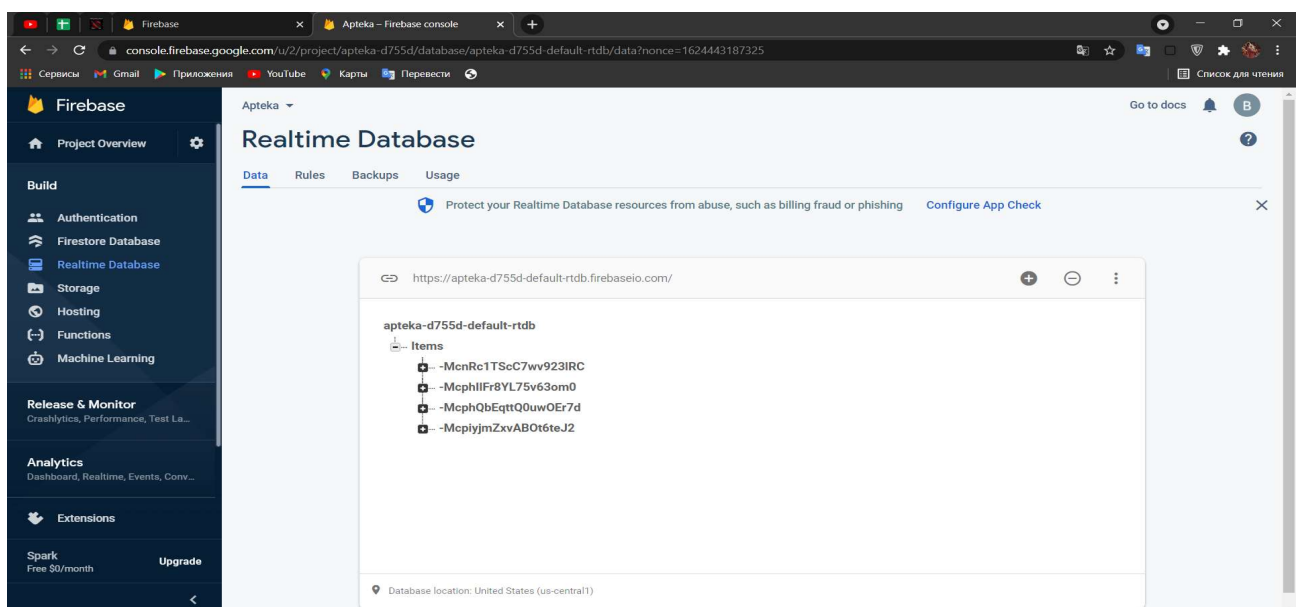


Рисунок 1.10 – Структура бази даних Firebase

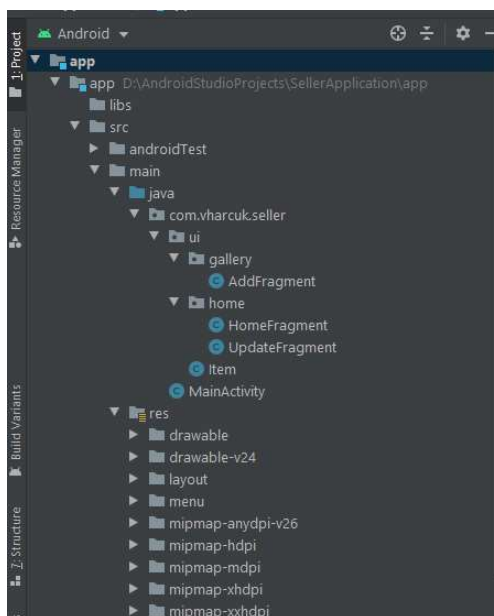
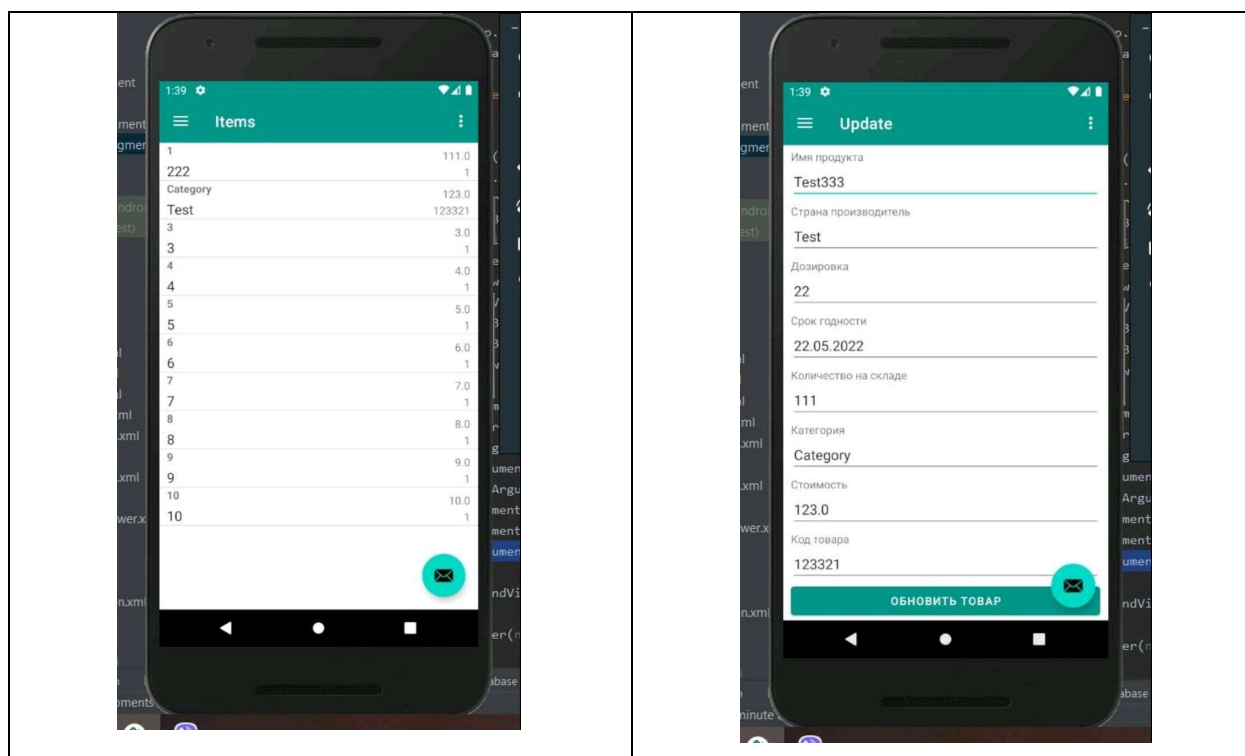


Рисунок 1.11 - Структура проекта мобильного додатку



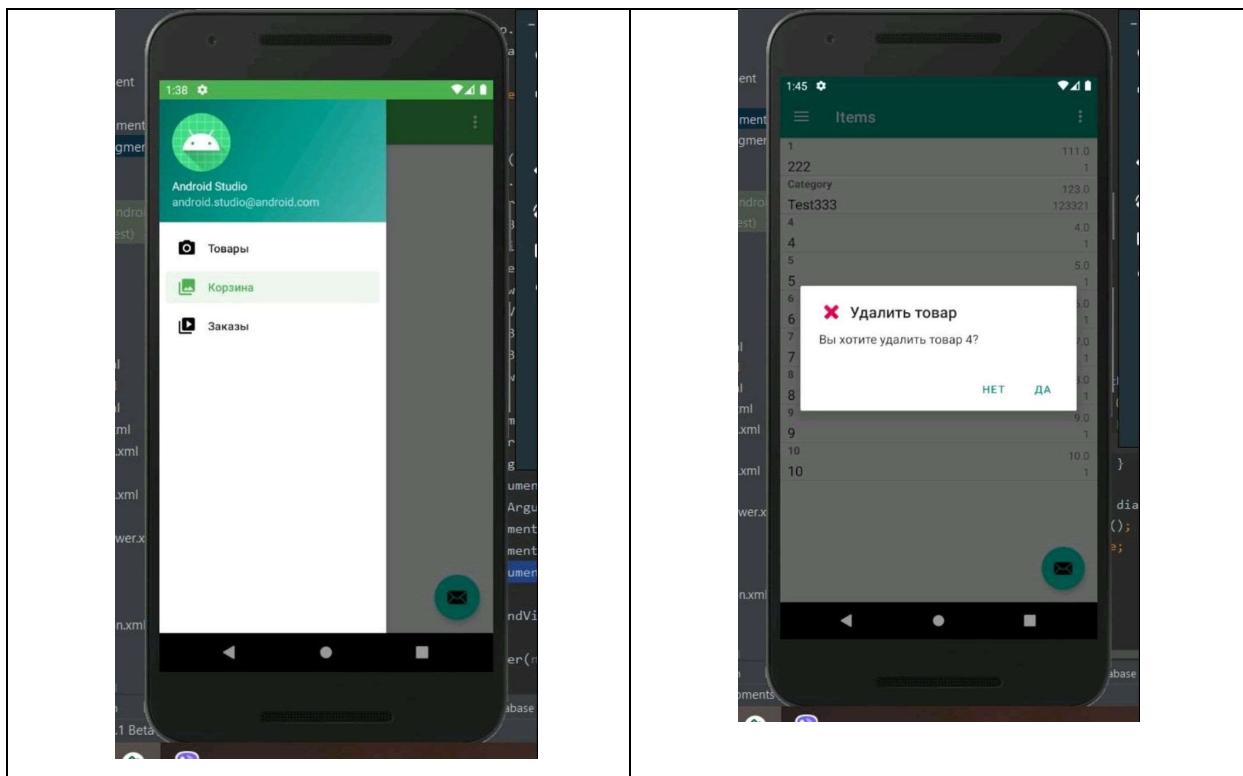


Рисунок 1.12 – Запуск програми емулятору андроїд приладу

### 1.5 Завдання

Так як всі операції з програмно-технічної реалізації кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів до аптек з детальним опрацюванням модуля оплати» спираються на передачу інформації за допомогою розвинутої комп'ютерної мережі (КМ), то одним з найважливіших завдань є завдання з аналізу продуктивності комп'ютерної мережі в процесі її проектування та налаштування.

У загальному вигляді задача аналізу продуктивності КМ полягає в тому, щоб оцінити показники продуктивності конкретної КМ при заданих параметрах її технічного, програмного забезпечення і зовнішнього середовища. До таких параметрів можуть ставитися швидкодії пристроїв, характеристики складності програм, безпеки передачі даних, інтенсивності потоків, вимог на виконання користувацьких програм у реальному часі (або з мінімально обмеженими затримками), умови зовнішнього оточення (пропускна здатність орендованих ліній зв'язку, наявність випадкових і навмисних впливів інформаційного та

іншого характеру, що призводять до непередбачуваного функціонування КМ), резервування фізичних каналів передачі інформації та інші.

Вирішуючи завдання аналізу продуктивності, необхідно враховувати випадкову природу багатьох факторів, від яких залежить продуктивність КМ. Так, випадковими часто є моменти надходження в КМ вимог, обсяги інформації що підлягає обробці, послідовність необхідних для її обробки операцій.

Складність структури КМ і необхідність обліку випадкових факторів роблять завдання аналізу продуктивності КМ дуже складною. Тому все більш широке поширення для аналізу продуктивності КМ отримує метод математичного моделювання.

Головним завданням дослідження у кваліфікаційній роботі є визначення допустимих значень навантаження на існуючу мережу за яких мережа буде забезпечувати обробку запитів з мінімальною чергою.

Для забезпечення запасу по навантаженню необхідно промоделювати мережу з параметрами, що імітують дію шкідливого програмного забезпечення і визначити здатність мережі виконувати свої основні функції в цих умовах. Розробити варіанти поліпшення роботи мережі в умовах значного інформаційного навантаження.



## 2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Оскільки нам треба змоделювати роботу комп'ютерної мережі, то одним з найпростіших та достовірних методів є використання теорія систем масового обслуговування (СМО), яка пов'язана з розробкою і аналізом математичних, тобто абстрактних, моделей, які описують процес обслуговування деяких об'єктів, що надходять на вхід обслуговуючого приладу у вигляді деякого потоку, і утворює в загальному випадку чергу на вході компоненту мережі.

Однією з актуальних проблем, яку важко вирішити, є задача моделювання комп'ютерних мереж. Це завдання передбачає тестування різних компонентів мережі, визначення найбільш вдалої топології комп'ютерної мережі, проведення досліджень в області мережевих технологій.

Сьогодні до комп'ютерних мереж як до корпоративної обчислювальної платформи пред'являються все більш жорсткі вимоги з точки зору надійності, швидкості та ефективності. Мережа - це важливий, а часом і дуже важливий, ресурс, який повинен використовуватися максимально ефективно при мінімальних витратах. Високі вимоги до якості роботи мережі забезпечують увагу до моніторингу та моделювання комп'ютерних мереж. Засоби моніторингу доступні сьогодні в широкому діапазоні, починаючи від засобів системного контролера і закінчуючи програмними системами з можливістю управління і використання експертних систем.

Моделі теорії масового обслуговування для комп'ютерних мереж якраз і призначені заздалегідь вирішувати ці проблеми.

Метою використання СМО як моделі є аналіз якості функціонування систем-оригіналів, які використовують для визначення найважливіших системних характеристик інформаційних систем:

- продуктивності; часу доставки пакетів;
- ймовірності втрати повідомлень і блокування в вузлах;
- області допустимих значень навантаження, при яких забезпечується необхідну якість обслуговування та ін.

## 2.1 Загальні відомості

СМО-аналіз є одним з найважливіших процесів, пов'язаний з комп'ютерним і мережевим аналізом. За його допомоги можна отримати приблизні відповіді на багато питань, таких як: Що відбувається при отриманні файлу, якщо диск перевантажений? Чи зміниться час відгуку інформаційної системи, якщо подвоїти тактову частоту для її обробки при подвоєнні кількості обслуговуваних клієнтів? Скільки ліній може обслуговувати система з одним каналом передачі інформації? Скільки станцій можна підключити до онлайн-сервісного центру і який час очікування буде у операторів.

Ряд проблем, які можна вирішити за допомогою СМО-аналізу, нескінченні і зачіпають практично кожен галузь інформатики та інформаційних технологій. Можливість зробити такий аналіз за допомогою цього інструментарію має важливе значення для тих, хто займається цими сферами діяльності. Хоча теорія масового обслуговування математично складна, її застосування до аналізу продуктивності в багатьох випадках надзвичайно просте. Для цього потрібно знання основних статистичних понять (середні значення і стандартні відхилення), а також розуміння основних положень теорії СМО.

Озброївшись цим, аналітик може зробити СМО-аналіз «на зворотному боці конверта» або на калькуляторі мобільного телефону, використовуючи прості формули для аналізу СМО, або за допомогою простих комп'ютерних програм, які беруть всього кілька рядків коду. Але чому саме аналіз систем масового обслуговування? Відомо чимало випадків, коли важливо вміти прогнозувати вплив будь-яких змін при проектуванні або модернізації інформаційних систем: або очікуване збільшення навантаження на систему, зменшення часу обслуговування додатків, або інші очікувані зміни в проекті.

Наприклад, організація підтримує ряд терміналів, персональних комп'ютерів і робочих місць в локальній мережі (LAN) на 100 Мбіт. У будівлі створюється новий офіс з додатковими робочими місцями. Чи зможе існуюча мережа впоратися зі збільшенням обсягу робіт, або краще організувати нову

локальну мережу і встановити міст між ними? Бувають і інші випадки, коли створюється нова система і необхідно оцінювати її характеристики з урахуванням наявного досвіду в даній сфері.

Наприклад, відділ має намір оснастити всіх своїх співробітників персональними комп'ютерами (ПК) і об'єднати їх в локальну мережу з файловим сервером. Виходячи з досвіду роботи в інших системах, можна розрахувати навантаження на файловий сервер кожного ПК. Важливою особливістю є продуктивність системи. В інтерактивному режимі або в режимі реального часу роботи програми час відгуку є невід'ємною особливістю. В інших випадках важлива пропускна здатність системи.

У всіх випадках прогнози продуктивності повинні складатися на основі наявної інформації про навантаження або на основі розрахункового навантаження для нового обладнання. Для вирішення таких завдань існує величезна кількість різних підходів: 1. Впровадити систему і розрахувати її характеристики на основі реальних даних. 2. Зробити простий експеримент де його результати відображають характеристики обладнання. 3. Розробити аналітичну модель на основі теорії СМО. 4. Використовувати систему моделювання програми (AnyLogic, Extendsim і т.д.). Варіант 1 - зовсім не варіант: будемо чекати впровадження системи (!) і далі будемо дивитися, що вийде. Це призводить до нещасних випадків або необґрунтованих витрат. Варіант 2 виглядає більш перспективна.

Аналітик може вважати, що спроектувати майбутню систему з упевненістю неможливо. У зв'язку з цим марно намагатися проводити точні процедури моделювання. Швидше за все, приблизна проєкція моделі буде готова надати лише приблизні оцінки. Проблема такого підходу полягає в тому, що поведінку більшості систем при зміні навантажень неможливо передбачити інтуїтивно. Якщо існує система, в якій різні об'єкти використовуються разом (наприклад, мережі, лінії електропередачі), продуктивність цієї системи зазвичай залежить в геометричній прогресії від збільшення попиту.

Типовий приклад наведено рис. 2.1 [4].

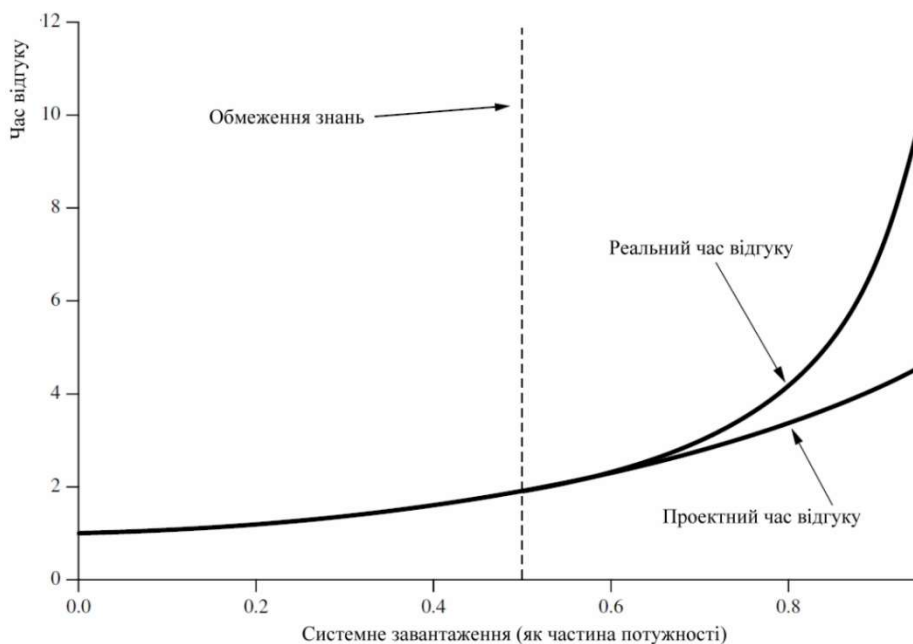


Рисунок 2.1 – Проектний та реальний час відгуку

Верхній рядок показує, що відбувається з часом відгуку користувача при збільшенні навантаження на об'єкт. Навантаження виражається у вигляді частки потужності. Таким чином, якщо розглядати пристрій, здатний передавати 1 000 блоків в секунду, то навантаження 0,5 являє собою передачу 500 блоків в секунду, а час відгуку - це час, необхідний для ретрансляції цих блоків. Суть - проста проекція, заснована на знанні поведінки системи перед навантаженням 0,5. Але в реальних умовах відбувається колапс системи, коли навантаження близька до 0,8...0,9. Таким чином, потрібен інструмент для більш точного прогнозу. Варіант 3 полягає у використанні аналітичної моделі, яка може приймати форму набору рівнянь. Їх можна вирішити, отримавши потрібні параметри (час відгуку, пропускну здатність і т. д.). Для комп'ютерів, операційних систем і мережевих завдань, а також для багатьох реальних практичних завдань аналітичні моделі, засновані на теорії масового обслуговування, дають результати, які в достатній мірі відповідають дійсності. Недоліком СМО є те, що для отримання рівнянь для розрахунку необхідних характеристик необхідно зробити ряд спрощень.

Останній підхід полягає у використанні імітаційної моделі. Тут, з огляду на досить потужну і гнучку мову моделювання, аналітик може дуже детально змоделювати реальність і уникнути багатьох припущень, необхідних СМО. Однак

в більшості випадків імітаційна модель не є необхідною, або, принаймні, не рекомендується в якості першого кроку в процесі аналізу. З одного боку, як існуючі вимірювання, так і прогнози майбутнього навантаження містять певні похибки. Таким чином, незалежно від якості імітаційних моделей, якість значень отриманих результатів обмежується якістю вхідних параметрів. З іншого боку, незважаючи на безліч припущень, необхідних СМО, розрахункові результати часто дуже близькі до тих, які будуть отримані за допомогою більш глибокого імітаційного моделювання.

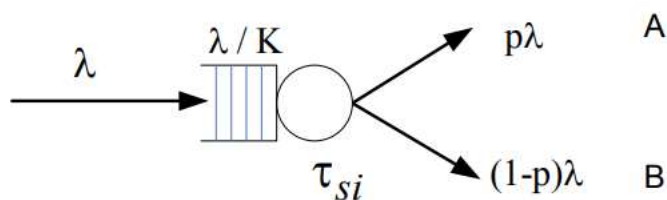
Більше того, СМО буквально дозволяють отримати чіткі рішення певних проблем за лічені хвилини, тоді як для програмування та роботи з моделлю, експерименти з симуляції можуть зайняти дні, тижні або більше. У зв'язку з цим аналітик, системний інженер повинні освоїти ази СМО-аналізу.

## **2.2 Огляд аналітичних моделей для комп'ютерних мереж**

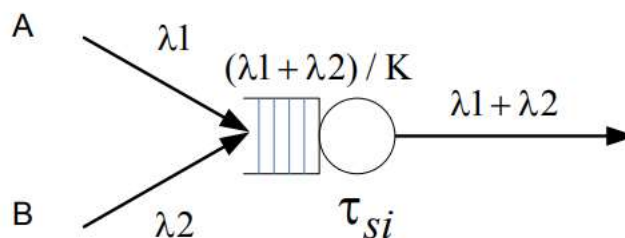
### **2.2.1 Характеристика потоків в комп'ютерних мережах**

У розподіленій інформаційній системі ізольовані черги, на жаль, не єдина проблема для аналітиків. Часто питання, які необхідно дослідити, пов'язані з множинними взаємопов'язаними чергами. Рисунок 2.2 ілюструє цю ситуацію, коли вузлами є СМО з чергами, а роз'ємами - транспортні потоки. Два елементи такої мережі пов'язані з методами аналізу: поділ і злиття трафіку, як показано на вузлах 1 і 5 відповідно; наявність черг в тандемі або в серії черг, як показано на вузлах 3 і 4.

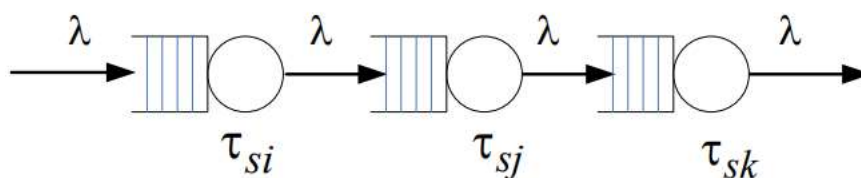
Коли заявка повністю оброблена, то вона йде далі за напрямком А з ймовірністю  $p$ , або у напрямку В з ймовірністю  $(1-p)$ . Загалом, розподілення потоків трафіку А і В буде відрізнятися від вхідного розподілення. Однак, якщо вхідне розподілення Пуасона, то і два вихідні потоки трафіку також мають розподілення Пуасона із середніми ймовірностями  $p\lambda$  і  $(1-p)\lambda$ .



(а) Розподілення трафіка



(б) Об'єднання трафіка



(в) Послідовно розташовані черги

Рисунок 2.2 - Елементи мереж масового обслуговування

Аналогічна ситуація складається коли трапляється злиття потоків трафіку (рис. 2.2 б). Якщо два потоки Пуасона з середніми ймовірностями  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  будуть об'єднані, то в результаті ми отримаємо потік Пуасона з середньою швидкістю  $\lambda_1 + \lambda_2$ . Ці результати можна використовувати при розділі трафіку на більше, ніж два потоки, або при об'єднанні більше ніж двох потоків в єдиний трафік.

## 2.2.2 Моделі комп'ютерної мережі

### 2.2.2.1 СМО тандемів. Теорема Бьорке

СМО, які розглядалися раніше, можна назвати однофазними, адже кожна заявка проходила одну сервісну операцію. У СМО-мережах ми маємо справу з багатофазним (багатоступінчастим) обслуговуванням, коли додаток

обслуговується більш ніж в одному пристрої (вузлу). На рис. 2.2 с наведено приклад набору одно-серверних СМО в ланцюзі, яка називається тандемом: входом для кожної СМО, крім першої, є вихід попередньої СМО. Припустимо, що на вході першої черги є струмок Пуассона. Потім, якщо час обробки в кожній СМО експоненціальна, а черги нескінченні, то виходом в кожній СМО в тандемі є потік Пуассона, який статистично збігається з вихідним.

Коли цей потік потрапляє на поточну СМО в тандемі, час обробки додатків в потоці як би раніше не було СМО, тобто ця черга є першою в ланцюжку. Таким чином, всі СМО є незалежними і можуть бути проаналізовані окремо. Середня сумарна затримка для тандему СМО дорівнює сумі середніх затримок в СМО на кожному етапі. Цей результат може бути поширеним в тому випадку, коли деякі або всі вузли в тандемі є багато-серверними СМО. Ці положення засновані на двох основних теоремах для аналізу мереж СМО.

### 2.2.2.2 Теорема Бьорке

Розглянемо найпростішу послідовну систему з двома вузлами, кожен з яких представляє СМО типу М/М/1 (рис. 2.3).

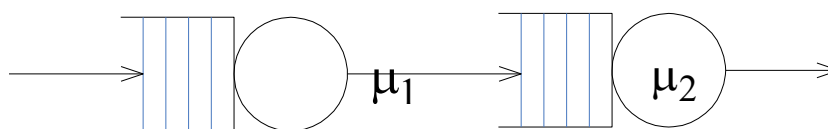


Рисунок 2.3 - Проста тандемна мережа

Фрагмент часової діаграми для цієї мережі виглядає так, як це показано на рис. 2.4.

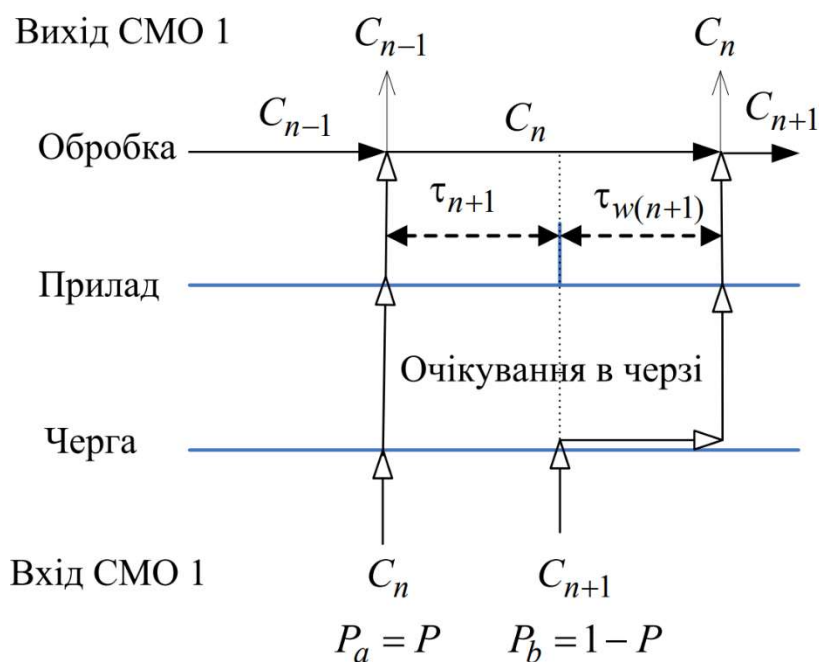


Рисунок 2.4 - Фрагмент часової діаграми найпростішої тандемної мережі

Нехай  $d(\tau_{out})$  – щільність розподілу ймовірностей проміжків часу між послідовними заявками на виході, а  $D^*(S)$  – перетворення Лапласа. Коли заявка залишає вузол 1, можлива одна з двох подій:

- а) в черзі є хоча б одна вимога (вузол 1 не порожній);
- б) в черзі немає вимог (вузол 1 порожній).

У першому випадку – проміжок часу, через який наступна заявка покине систему 1, розподілений так само, як і час обслуговування:

$$D^*(S)|_a = B^*(S) \quad (2.1)$$

У другому випадку – проміжок часу, після закінчення якого, наступна заявка покине систему, є сумою  $\tau_{w(n+1)}$  – часу очікування прибором надходження наступної заявки і  $\tau_{n+1}$  – часу обробки цієї заявки. Так як ці два проміжки часу розподілені незалежно, то щільність розподілу ймовірностей їх суми дорівнює згортці щільностей розподілу величин, що додаються. Відповідне перетворення Лапласа щільності розподілу:

$$D^*(S)|_b = A^*(S) \cdot B^*(S) \quad (2.2)$$

Так як проміжок часу  $\tau_{in}$  між послідовними заявками, що надходять, є показово розподіленою випадковою величиною, то



$$A^*(S) = \frac{\lambda}{S + \lambda} \quad (2.3)$$

Крім того, враховуючи, що ймовірність того, що заявка покине порожню систему, дорівнює ймовірності того, що заявка, що надходить, застане систему порожньою і дорівнює  $1 - \rho$ . Можна записати наступне безумовне перетворення Лапласа для щільності розподілу проміжків часу між заявками, що йдуть з системи:

$$\begin{aligned} D^*(S) &= (1 - \rho) \cdot D^*(S) \Big|_{\text{вузол 1 порожній}} + \rho \cdot D^*(S) \Big|_{\text{вузол 1 не порожній}} = \\ &= B^*(S) \cdot \left[ (1 - \rho) \cdot \frac{\lambda}{\lambda + S} + \rho \right] = B^*(S) \cdot \left[ \frac{(\mu - \lambda) \cdot \lambda}{\mu \cdot (\lambda + S)} + \frac{\lambda}{\mu} \right] = \\ &= B^*(S) \cdot \left[ \frac{\lambda}{\mu} \cdot \left( \frac{\mu - \lambda + \lambda + S}{\lambda + S} \right) \right] = B^*(S) \cdot \frac{\lambda \cdot (\mu + S)}{\mu \cdot (\lambda + S)} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Враховуючи, що час обслуговування - показово розподілена випадкова величина, то можна записати:

$$B^*(S) = \frac{\mu}{\mu + S} \quad (2.5)$$

і, остаточно, маємо:

$$D^*(S) = \frac{\lambda}{\lambda + S} = A^*(S) \quad (2.6)$$

і, отже, розподіл проміжків часу між заявками, що йдуть, так само як і проміжки часу між заявками, що надходять, розподілені за показовим законом з одним і тим же параметром.

Цей результат, в 1956 році встановлений Бьорке, справедливий і для СМО типу М/М/К.

### 2.2.2.3 Теорема і відкриті мережі Джексона

З теореми Бьорке випливає, що будь-яка ациклічна мережа масового обслуговування (в такій мережі виключається можливість повторного відвідування заявкою вузла) з показовим розподілом часу обслуговування, обслуговуючи незалежні пуасоновські джерела заявок, генерує для кожного вузла незалежний Пуасонівський потік.

Для мереж загального виду (у такій мережі можливі петлі) теорема Джексона стверджує, що кожний вузол поводить ся так, ніби на його вхід надходив Пуасонівський потік. Зокрема, якщо позначити через  $p(m_1, m_2, \dots, m_N)$  - стаціонарну ймовірність того, що у  $i$ -вузлу знаходяться заявок  $m$ , то при  $\rho_i/K_i < 1$ , згідно теоремі Джексона:

$$p(m_1, m_2, \dots, m_N) = \prod_{i=1}^N p_i(m_i) \quad (2.7)$$

де  $N$  - число вузлів мережі;  $p_i(m_i)$  – стаціонарна ймовірність того, що  $m$  заявок знаходяться в системі М/М/К:

$$p_i(m_i) = \begin{cases} p_i(0) \cdot \rho_i^{m_i} / m_i!, & \text{якщо } m_i < K_i; \\ p_i(0) \cdot \rho_i^{m_i} / (K_i! \cdot K_i^N), & \text{якщо } m_i = K_i + N \end{cases} \quad (2.8)$$

### 2.3 Розв'язання моделей систем масового обслуговування

Розглянемо відкриту мережу Джексона, мережу з  $N$  вузлами, у  $i$  – тому вузлу якої знаходяться СМО з однією чергою і  $K_i$  приборами обслуговування, час обробки в кожному з яких розподілено за показовим законом із середнім значенням  $\tau_{si} = \mu_i^{-1}$ . У  $i$ -й вузол надходить ззовні потік заявок (трафік) з незалежного пуасонівського джерела з інтенсивністю  $\gamma_i$ . Після обслуговування у  $i$ -му вузлу заявка переходить в  $j$ -ий вузол з ймовірністю

$$\varphi_i = 1 - \sum_{j=1}^N p_{ij} \quad (2.9)$$

Повна інтенсивність трафіку у вузлу можна визначити так:

$$\lambda_i = \gamma_i + \sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot p_{ji} \quad (2.10)$$

використовуючи позначення:

$$P = \|p_{ij}\|, \quad \Lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N) \quad \text{і} \quad \Gamma = (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_N) \quad (2.11)$$

можна записати векторне рівняння:

$$\Lambda = \Gamma + \Lambda P \quad (2.12)$$

Структурну схему можна представити у вигляді, показаному на рис. 2.5.

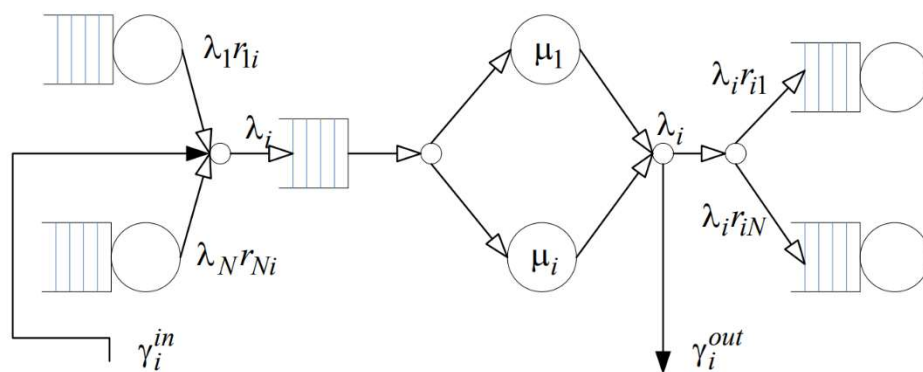


Рисунок 2.5 - Структурна схема вузла мережі масового обслуговування

На рис. 2.5 використовуються наступні позначення:  $P_{ij}$  - ймовірність того, що після обслуговування в  $i$ -тому вузлу заявка надійде в вузол  $j$ ;  $\gamma_i$  - інтенсивність зовнішнього потоку заявок;  $\lambda_i$  - повна інтенсивність потоку заявок в  $i$ -му вузлу.

## 2.4 Імітаційна модель мережі «1 Соціальна аптека»

### 2.4.1 Структура мережі рівня підприємства в пакеті Cisco Packet Tracer

За бакалаврською роботою маємо корпоративну мережу ТОВ «1 Соціальна аптека», яка ґрунтується на дворівневої ієрархічної моделі (верхній рівень – ядро, нижній – рівень розподілу), враховуючи невеликий розмір мережі. Рівень ядра реалізовуватимуть маршрутизатори. Рівень доступу реалізовуватимуть комутатори робочих груп.

На рівні ядра розташовані п'ять маршрутизаторів. Мережа підприємства має єдиний простір IP-адресації 192.168.184/22. Сегменти середовища (IP-підмережі) поділяються маршрутизаторами на п'ять підмереж. В мережі застосована адресація IP версії 4. Тому для забезпечення виходу до мережі Internet застосована технологія NAT. Маршрутизатор Narchuk\_R3 розташований в серверній кімнаті та є пограничним маршрутизатором. Для забезпечення маршрутизації застосований протокол динамічної маршрутизації OSPF. На маршрутизаторі Narchuk\_R2 застосована технологія інкапсуляції 802.1Q для забезпечення маршрутизації між VLAN. Для каналів між маршрутизаторами застосований блок

адрес 10.0.1.0/24. В мережах VLAN застосована адресація кінцевих пристроїв за протоколом DHCP.

Для впровадження ТОВ «1 Соціальна аптека» була обрана логічна топологія «ієрархічна зірка». Як базова технологія мережі обрана технологія Ethernet. На рівні доступу для під'єднання робочих груп застосовано технологію Fast Ethernet. Між маршрутизатором і комутатором – GigabitEthernet.

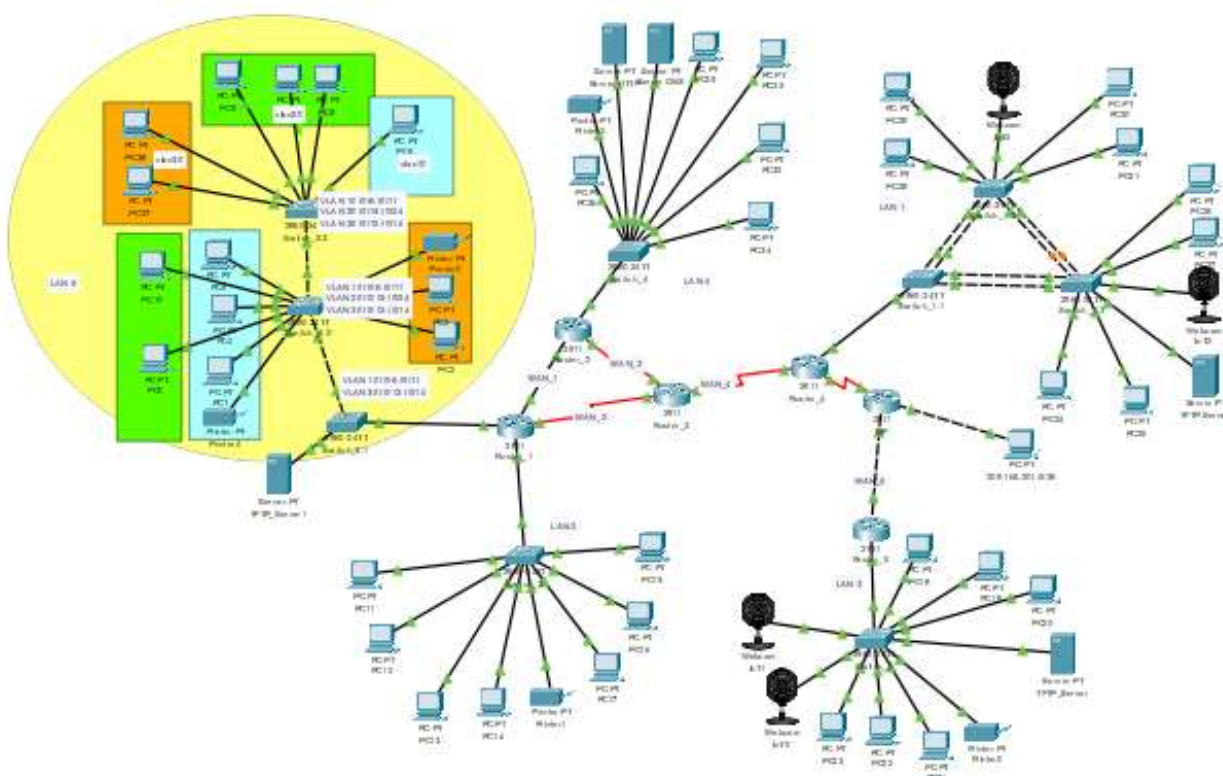


Рисунок 2.6 – Архітектура мережі ТОВ «1 Соціальна аптека»

Кінцеві мережні пристрої розділені підмережі, з огляду на функціонал та напрямок підрозділів підприємства. Підмережа №1 «LAN1» розрахована на підключення 50 абонентів. Підмережа №2 LAN 2 розрахована на підключення 9 абонентів. Підмережа №3 LAN 3 розрахована на підключення 8 абонентів. Підмережа №4 LAN 4 розрахована на підключення 14 абонентів. Підмережа №5 LAN 5 розрахована на підключення 9абонентів.

Найкрупніша підмережа LAN1, з огляду на безпеку даних, розбита на три віртуальні мережі: VLAN11 «Бухгалтерія», VLAN21 «Фінансовий», VLAN31

«Стратегій розвитку». На комутаторах, що реалізують мережі VLAN застосований протокол VTP.

Віддалена підмережа «Служба складів», з огляду на необхідність швидкісної передачі даних, на комутаторах застосовує технологію агрегування каналів

### 2.4.3 Пропускна здатність найбільшого сегмента мережі

Проведемо необхідні розрахунки, необхідні для визначення характеристик трафіку найбільшого сегменту комп'ютерної мережі (завантаження максимальне).

Початкові дані:

- коефіцієнт зайнятості обслуговуючого маршрутизатора;
- завантаження каналу передачі даних маршрутизатора;
- середню затримку кадру;
- середню довжину черги;
- середній час перебування пакета в черзі;
- пропускну здатність каналу.

Приймаємо модель СМО М/М/1:

- кількість ПК: 50;
- інтенсивність трафіку:  $\mu=125$  (кадрів/с);
- довжина повідомлення:  $l = 600$  байт;
- затримка передачі пакету –  $\leq 5$  мс.

На рівні розподілу обрано роутер Cisco Catalyst 2800 серії. (1 од.), на рівні доступу комутатор WS-C2960-24TC-L – Catalyst 2960 24 10/100 (3 од.). Пропускна здатність - 100 Мбіт/с.

Комутатор рівня розподілу має бути не перенасиченим, тобто швидкість надходження пакетів має не перевищувати швидкість їх відправлення. Для 100% навантаження у мережі і для трафіку  $\mu=125$  (кадрів/с), і довжини повідомлення – 600 байт, розрахуємо пропускну здатність мережі на рівні доступу.

$$Pp.d = \mu * l * n * 8 = 125 * 600 * 24 * 8 = 14,4 \text{ (Мбіт/с)},$$

де  $n$ - кількість портів в комутаторі рівня доступу.

Враховуючи той факт, що пропускна здатність мережі на рівні розподілу розраховується з урахуванням того що до одного роутера рівня розподілу підходять 4 комутатори рівня доступу, а загальна кількість користувачів дорівнює 20, то результат пропускної здатності мережі на рівні розподілу можна визначити як:

$$P_{p.p} = \mu * l * N * 8 = 125 * 600 * 50 * 8 = 30 \text{ (Мбіт/с)},$$

де  $N$  - кількість вузлів в найбільшій мережі.

Результат розрахунку не перевищує задані параметри мережі. Отже, перевантажень на обраному обладнанні не буде - комутатор рівня розподілу має вихідний 100 Мбіт / с.

Загальне навантаження на комутатор не повинно перевищувати:

$$\mu_{\text{вих}} = 100\,000\,000 / (600 * 8) = 20\,834 \text{ пакетів/с.}$$

Так як один ПК передає 125 пакетів/с, то ми обмежені приєднанням до комутатора рівня розподілу максимум:

$$N = 20\,834 / 125 = 167 \text{ джерел.}$$

Що задовольняє нашу мережу на 50 ПК.

Кожен з 50 ПК посилає потік заявок з інтенсивністю 125 кадрів/с. Інтенсивність вихідного трафіку від всіх відеокамер:

$$\lambda = N * \mu = 50 * 125 = 6\,250 \text{ (пакетів/с).}$$

Коефіцієнт затримки рівна розподілу - показник завантаженості вихідного каналу зв'язку, який впливає на час стояння в черзі:

$$\rho = \lambda / \mu_{\text{вих}} = 6\,250 / 20\,834 = 0,43$$

Коефіцієнт зайнятості комутатора рівня розподілу:

$$r = \rho / (1 - \rho) = 0,43 / (1 - 0,43) = 0,75.$$

Середня затримка кадру, пов'язана з чергою M/M/1, дорівнює:

$$T = 1 / (\mu - \lambda) = 1 / (20\,834 - 6\,250) = 68,6 * \text{ мкс.}$$

Середню довжину черги можна розрахувати за формулою:

$$L_{\text{чер}} = \rho^2 / (1 - \rho) = 0,43 * 0,43 / (1 - 0,43) = 0,32.$$

Цю цифру можна використати при налаштуванні черг обладнання – маємо максимальний розмір черги пакетів. Тобто на обслуговуванні маємо менше

1 пакету, значення досить умовне; воно свідчить про те, що система працює з великим запасом по продуктивності.

Середній час перебування пакета в черзі:

$$T_{\text{чер}} = L_{\text{чер}} / \lambda = 0,32 / 6\,250 = 51,2 \text{ мкс.}$$

Це значення набагато менше ніж граничне за умовами значення у 5 мс, що задовольняє вимогам.

Таким чином розрахована пропускна здатність каналу становитиме:

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

$$b = \lambda * l = 6\,250 * 600 * 8 = 30 \text{ Мбіт/с.}$$

Що задовольняє пропускній здатності вихідного каналу в 100 Мбіт/с.

## 3 СИНТЕЗ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА

### 3.1 Обстеження об'єкту розробки

#### 3.1.1 Розробка схеми організаційної структури підприємства

Розроблена комп'ютерна мережа повинна об'єднувати ряд філіалів аптек товариства «1 Соціальна аптека» в єдину комп'ютерну систему, яка забезпечить доступність сервісів веб-додатків, створить необхідні умови для передачі даних та зберігатиме їх цілісність.

Система повинна забезпечувати доступність сервісів і швидку обробку даних. Рішенням для даної мети стало використання хмарних сервісів. Одним з таких став проект від компанії Google Firebase.

Платформа складається з відмінного набору інструментів для розробки. База даних Realtime і Cloud Firestore, які можуть ефективно зберігати структуровані дані і дуже швидко синхронізувати відповідні додатки, коли відбувається перетворення даних. Тобто додаток і його база постійно обмінюються даними, надаючи користувачу потужні можливості програми. А хмарні функції Firebase можуть навіть розширити цю функціональність. Ці функції дозволяють розробнику писати програми для відповіді на події, що відбуваються на платформі Firebase, без необхідності мати справу з будь-якими серверами.

Ця платформа дозволяє ефективно розгортати додатки. Має велику позитивну репутацію серед користувачів через вбудовані додаткові модулі. Дана технологія дозволяє відокремити ПЗ розробника від службового коду операційно\ системи, дозволяє ізолювати підсистеми і бути впевненим що зміни коду одного модуля не виведе з ладу інший.

Враховуючи, що комп'ютерна мережа є розподіленою, то до комп'ютерної системи входить також мережа обов'язкової у наш час відео фіксації, як складова частина мікро-сервісної архітектури.



## 3.2 Структурна схема комплексу технічних засобів комп'ютерної системи

### 3.2.1 Розробка архітектури комп'ютерної мережі та вибір обладнання

#### 3.2.1.1 Термінал

Для спроектованої мережі було вирішено використовувати термінали myPos для комп'ютерної схеми, яка підтримує більшість способів оплати. Має велику базу, яка підтримує кредитні картки (VISA, MasterCard, JCB, Apple pay, Google pay). Було вирішено взяти модель “myPos GO” як готове апаратне рішення. Пристрій має хороші характеристики за невелику ціну (табл. 3.1). Модель пристрою показана на рис. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики pos-терміналу myPos GO

Назва	Властивості
Розміри	138мм X 68мм X 20мм
Вага	175 г
Батарея	3,7 V, 1500mAh
Дисплей	2.4 дюйми. Технологія виконання дисплею TFT. Розширення екрану 320x240. Кольоровий екран. Підтримка Е-підписів
Вхідна напруга	100-240 V, 50-60HZ, 0.3A
Вихідна напруга	5V/1A
Кард-рідер	Magstripe Cards : Track 1/2/3, Bi-Directional Smart ; Cards : EMVL1 & L2 Certified ; Contactless Cards : ISO/IEC 14443 TYPE A&B, Mifare, NF
Процесор	Arm Cortex – A7 1.3GHz
Операційна система	Linux
Назва	Властивості
Пам'ять	256 mb Flash + 256 mb RAM
Клавіатура	10 Числових клавіш, 9 функціональних
Периферійні порти	1x USB Type-C; 2 x SIM, 1 x SAM
Звук	П'єзодинамік
Потреби до оточуючого середовища	Робоча температура: -10 до 40 С; Температура збереження: -20 до 70 С; Відносна волога: 5 – 95 (без конденсату)
Сертифікати	PCI PTS 5.x, EMV L1 & L2, Paypass, PayWave, Amex, JCB, Discover, TQM, CE, ROHS
Додаткова приладдя	Док станція для заряду



Рисунок 3.1 – Зображення пристрою myPos GO

### 3.2.2.2 Штрих-код Сканер

Сканер штрих-коду використовується для товаро-обліку і функціонал сканера змінюється в залежності від потреб користувача. Якщо це працівник складського відділення його завданням є додавати в базу отримані медикаменти. Для штатного водія або менеджера завданням є списання товару після оформлення покупки клієнтом.

Для ефективної обробки товарів було вирішено використовувати периферійний сканер замість вбудованого в андроїд пристрій. Тому що сканер повинен мати велику швидкість обробки, бути досить мобільним мати приємну фактуру, адже буде використовуватися на постійній основі. Пристрій буде мобільним з підтримкою бездротового з'єднання Bluetooth, забезпечить тривалий час роботи без підзарядки, так як буде використовуватись штатними водіями.

Було розглянуто модель сканеру “ІКС-5208”, зовнішній вигляд якого наведено на рис. 3.2, а основні технічні характеристики у табл. 3.2.



Рисунок 3.2 - Штрих-код сканер ІКС-5208»

Таблиця 3.2 – Характеристики обладнання штрих-код сканеру ІКС-5208

Назва	Властивості
Типи підключень	Bluetooth RS-232 USB
Декодує штрих-коди	1D,2D
Типи штрих-кодів	1D: UPC/EAN/JAN, UPC-A & UPC-E, EAN-8 & EAN-13, JAN-8 & JAN-13, ISBN/ISSN, Code 39 (with full ASCII), Codabar (NW7), Code 128 & EAN 128, Code 93, Interleaved 2 of 5 (ITF), Addendum 2 of 5, IATA Code, MSI/Plessey, China Postal Code, Code 32 (Italian Pharmacode), RSS 14, RSS Limited, RSS Expanded 2D: QR Code, Data Matrix, PDF417, Aztec, Maxicode, GS1 DataBar stack, Micro QR, DOTCODE
Режим накопичення штрих-кодів	Присутній
Швидкість сканування	300 скан/сек
Глибина поля сканування	EEAN-13 (13 mil) 40 – 200 мм QR Code (20 mil) 20 – 250 мм
Дальність дії	2,4Гц – 100 м Bluetooth – 40 м
Захват зображення	34 – горизонтально, 28 вертикально
Напруга живлення	5 В постійної напруги $\Delta$ 10%
Час безперервної роботи	24 години

### 3.2.2.3 Монітор

Монітор - екран, на якому персонал розглядає інформацію про сканований товар, список накопичених предметів, ціну, податку, заощаджень та будь-якої іншої відповідної інформації, що стосується виду бізнесу.

В якості мобільного монітора буде використаний дисплей андроїд приладу.

### 3.2.2.4 Фіскальний принтер

Зазвичай до системи POS додається принаймні один невеликий принтер. Це компонент може бути запрограмований на сервері бек-офісу для створення індивідуальної квитанції або рахунки-фактури для користування клієнтом. Принтер також може використовуватися для роздруківки звітів про час відробленої зміни співробітників.

### 3.2.2.5 Відео-фіксація

На території аптеки є чітко встановлені контрольованої зони, в межах якої має здійснюватися відео-фіксація.

- зона входу – виходу;
- торгова зона;
- зона оплати послуг;
- контрольньо-пропускний (пункт прийому, відвантаження ліків і товарів) ;
- складські та службові приміщення.

Відповідно до поставлених вимог обрано обладнання, яке наведене на рис. 3.3.

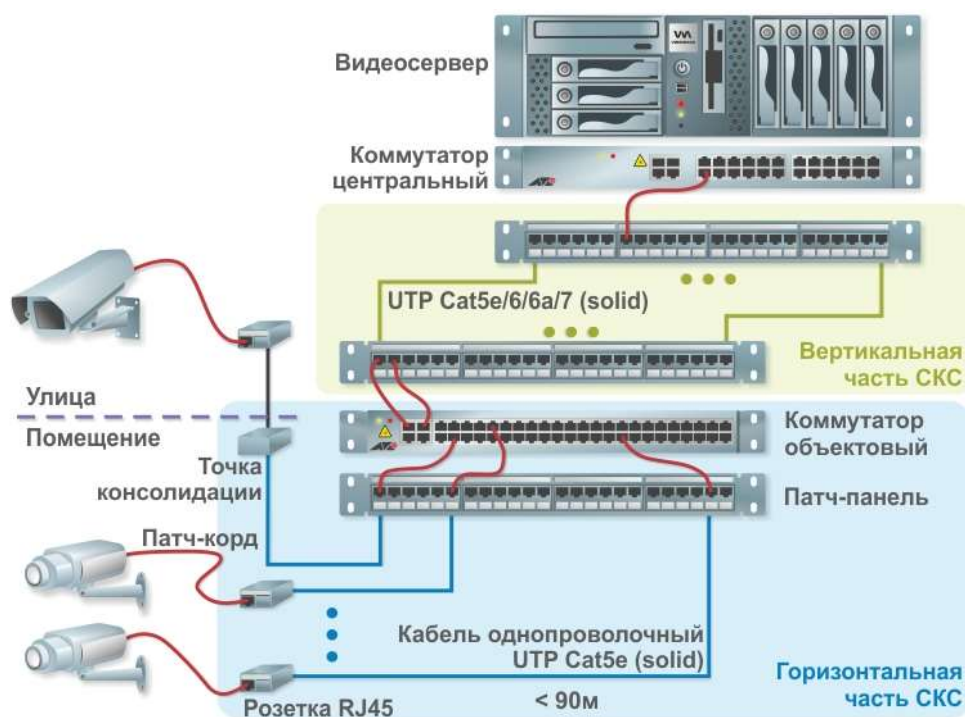


Рисунок 3.3 – Структурна схема

З'єднання камери з комутатором здійснюється через фіксований сегмент мережі між розеткою і патч-панеллю, виконаний сплетений кабелем. Камера від'єднується з розеткою і комутатора з відповідним портом патч-панелі здійснюється патч-кордом у вигляді гнучкого багато-дротяна кабелю з роз'ємами RJ45, виготовленим і протестованим в заводських умовах. Це єдиний варіант з'єднання, передбачений стандартом.

У зв'язку з необхідністю забезпечити високу надійність інформації та захист її від перешкод використовується кабель типу вита пара з додатковою екранізацією.

Роз'єми і з'єднання кабелів так само виконані з додатковою екранізацією і пайкою і захистом з допомогою силіконового герметика, що в цілому дуже позитивно впливає на збільшення напрацювання на відказ і зводить перешкоди в системі відеоспостереження до нуля.

Таким чином, відповідно до характеристик та відстані між об'єктами підприємства усі локальні мережі підключені до центрального маршрутизатора, до якого також підключений комутатор терміналу системного адміністратора і центрального сервера.

Таблиця 3.3 – Перелік технічних засобів відео-фіксації

Тип приладу	Зовнішній вигляд	Призначення	Характеристики	Кількість
Камера спостереження		Відеоспостереження в середині будівлі	Матриця - 1/3" SONY CCD F – 3.6 мм	7 шт.
Камера спостереження		Вуличне відеоспостереження	Матриця - 1/3" SONY HD CCD F – 6 мм	4 шт.
Плата відео-захвату		Організація відеоспостереження на ПК	4 канали, ооздільна здатність 768x576	1 шт.
Персональний комп'ютер	-	Організація відеоспостереження	-	1 шт.

Підключення камер спостереження до плати на ПК за допомогою коаксіального дроту. Живлення камер від єдиного блоку живлення на 12 В у приміщенні охорони де розташований пункт спостереження.

Отриману інформацію камери передають на сервер де і зберігається протягом тижня на жорсткому диску.

Вся відеоінформація, що зберігатиметься на сервері підприємства належить до інформації з обмеженим доступом, та захищається на основі технології DRM, що позбавляє користувача прямого доступу комп'ютера.

### 3.3 Серверне приміщення

Приміщення серверної розташоване на другому поверсі адміністративного корпусу у кімнаті інформаційно-обчислювальної групи (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Схема серверного приміщення

Для захисту інформації від витіку побічними електромагнітним випромінюванням та наводками, колами електроживлення, а також для зменшення впливу поля, що утворюється підстанцією, у приміщенні серверної рекомендуються наступні інженерно-технічні заходи:

- електромагнітне екранування приміщення серверної кімнати;
- включення в лінію електроживлення фільтра завади.

До електромагнітного екрану висувуються наступні вимоги:

- забезпечення ефективності екранування в діапазоні частот від 150 МГц до 1 ГГц не менше 20 дБ.
- з'єднання листів екрану виконати суцільним швом з напуском;
- фільтр завади встановити із зовнішньої сторони екрану, для цього передбачити у конструкції екрану короб для монтажу фільтрів і виводу кабелів живлення;
- кабелі розмістити в пластикових коробах;

- не допускати гальванічного контакту екрану з металевими конструкціями будівлі;
- електричний контакт дверної лутки з екраном виконати із застосуванням спеціальної гребінки;
- забезпечити електричний контакт дверей і дверної лутки.

### 3.4 Протизавадний фільтр

Для вибору протизавадного фільтра необхідно визначити номінальний струм в мережі. Для цього необхідно розрахувати споживну потужність пристроїв задіяних в приміщеннях. Загальна потужність дорівнює сумі всіх споживачів і визначається за формулою:

$$P_3 = \sum P_{сп}, \quad (3.1)$$

де  $P_3$  – загальна потужність;  $P_{сп}$  – потужність споживачів.

Для визначення номінального струму використаємо формулу:

$$I_H = \frac{P_3}{U_H}, \quad (3.2)$$

де  $I_H$  – номінальний струм;  $U_H$  – напруга мережі.

Визначення споживної потужності для приміщення серверної:

Таблиця 3.4 – Перелік споживачів і їх потужність у приміщенні серверної

Пристрій	Споживна потужність, Вт	Кількість
Сервер	530	6
Кондиціонер	2 050	1

Загальна потужність споживачів за формулою (3.1) буде дорівнювати:

$$P_3 = \sum P_{сп} = 530 \cdot 6 + 2050 = 5230 \text{ (Вт)}$$

а номінальний струм за формулою (3.2):

$$I_H = \frac{5230}{220} = 23,7 \text{ (А)}$$

В лінію електроживлення цього приміщення слід встановити протизавадний фільтр – ФП-14.

В якості екрану можуть виступати наступні матеріали:

- цільний сталевий лист;

- металева сітка;
- металеві двері і лутка дверей.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики протизавадного фільтра ФП-14

Кількість дротів	2
Номинальний струм, не більше	40 А
Номинальна напруга:	
- при постійному струмі	1000 В
- при змінному струмі частотою 50 Гц	500 В
- при змінному струмі частотою 400 Гц	220 В
Згасання в діапазоні, дБ	
20-150 КГц	30
0,15 МГц - 1 ГГц	100
1,0-1,8 ГГц	-
1,8 -10,0 ГГц	-
Маса фільтра	10,0 кг

Характеристики матеріалів для побудови електромагнітного екрану представлені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Порівняльна характеристика матеріалів екранування

Тип екрану	Матеріал	Частота, КГц				
		10	100	1000	10000	100000
		Затухання, дБ				
Металевий лист товщиною 0,5 мм	Сталь	64	87	120	120	120
	Мідь	67	70	88	120	120
	Алюміній	65	66	80	120	120
Металева сітка	Мідь, розмір комірки 1x1 мм	65	55	50	42	32
	Сталь, розмір комірки 1x1 мм	48	47	42	36	29,5

Найкращими характеристиками екранування володіє листова мідь, але цей матеріал значно дорожчий за сталь чи алюміній. Однак враховуючи встановлені вимоги, можна зробити висновок, що всі метали забезпечують рівень затухання в заданому діапазоні частот більше 20 дБ. Тому листова сталь, товщиною 0,5 мм цілком задовольняє поставлені вимоги.

Пропонується встановити екрановані двері виробництва фірми «Практика». Електричний контакт цих дверей забезпечується луженим оплітком, вставленої в екрановану смугу. По всьому контуру прилягання дверей на полотні дверей прокладається контактна планка, з нержавіючої сталі, яка кріпиться до зачищених



поверхні полотна дверей заклепками з кроком 50 мм. Несучим елементом двері є рама. Вона являє собою зварену конструкцію з гнучого профілю. Рама двері приварюється безпосередньо до металевих панелей екранованого приміщення безперервним швом. Для зручності експлуатації з зовнішнього боку полотна є ручка-штурвал. Дверне полотно забарвлене порошковою фарбою.

У випадку, якщо не буде встановлений режим запропонованої системи контролю і управління доступом, то необхідно забезпечити екран серверної окремих захисним заземленням.

У моделі загроз було зазначено, що однією з причин витоку інформації технічними каналами є недостатня інформованість співробітників філії про необхідність забезпечення безпеки конфіденційної інформації, що циркулює на підприємстві. Тому пропонується ряд рекомендаційних заходів, виконання яких допоможе підвищити рівень захисту інформації з обмеженим доступом від витоку технічними каналами:

- створити службу захисту інформації на базі штату філії, або залучити фахівців з інформаційної безпеки;
- ввести до обов'язків співробітників філії пункт про необхідність забезпечення безпеки інформації з обмеженим доступом, визначити відповідальність у разі невиконання цих обов'язків;
- проводити тренінги і семінари з інформаційної безпеки для співробітників, діяльність яких пов'язана з обробкою конфіденційної інформації;
- проводити тренінги і семінари з інформаційної безпеки для співробітників в задачі яких не входить робота з конфіденційною інформацією, але діяльність котрих може впливати на режим роботи ТЗПІ на яких оброблюється інформація з обмеженим доступом;
- якщо діяльність співробітників філії потребує озвучення конфіденційної інформації, то в такому разі необхідно використовувати виділене приміщення для переговорів і нарад;

- проводити бесіди зі співробітниками філії про знання їх обов'язків про забезпечення захисту інформації;
- заборонити вести переговори про відомості, що становлять конфіденційну інформацію, із членами родини, друзями, сторонніми особами, а також співробітниками філії, діяльність котрих не передбачає доступ до інформації з обмеженим доступом;
- не залишати відвідувачів одних у приміщеннях де циркулює конфіденційна інформація;
- не зберігати будь-які речі залишені чи подаровані відвідувачами у приміщеннях де циркулює конфіденційна інформація, донести до відома співробітників, що такі речі можуть містити закамфльовані технічні засоби розвідки.

### **3.5 Комплекс технічних засобів комп'ютерної системи**

Апаратні засоби ТОВ «1 Соціальна аптека» повинно відповідати технічним вимогам за показниками: швидкість – найважливіша характеристика корпоративної мережі; здатність до адаптації – властивість мережі розширюватися і встановлювати робочі станції там, де це потрібно; надійність – властивість локальної мережі зберігати повну або часткову працездатність незалежно від виходу з ладу деяких вузлів або кінцевого обладнання.

Мережа ТОВ «1 Соціальна аптека» розрахована на невелику кількість абонентів. Для реалізації рівня ядра мережі в будівлі адміністративній доцільно обрати маршрутизатори з інтеграцією сервісів для невеликих офісів з серії Cisco 1900.

Архітектура ISR G2 серії Cisco 1900 надає поліпшену підтримку медіапотоків і мультимедійних файлів, віртуалізацію, збільшуючи ефективність і продуктивність за рахунок багато-ядерності, гігабітних роз'ємів 1Gb LAN / WAN з розширеним POE і контролем енергоспоживання.

Технічні характеристики Cisco 1921/K9: пам'ять: RAM 512 ГБ; флеш пам'ять 256 ГБ; мережа: технологія з'єднання провідна; протокол передачі даних Ethernet,

Fast Ethernet, Gigabit Ethernet; підтримка мережі VPN; протоколи маршрутизації BGP, GRE, OSPF, DVMRP, EIGRP, IGMPv3, PIMSM, PIM-SSM, статична IPv4 і IPv6 маршрутизація; відповідність стандартам IEEE 802.1Q, IEEE 802.1ag; інтерфейси: 2 порти 100Base-TX / 1000Base-T, роз'єм RJ-45, 1 консольний порт управління, роз'єм RJ-45, 2 слоти HWIC, 1 порт USB 4-пін USB тип А; ОС базова Cisco IOS IP Base.

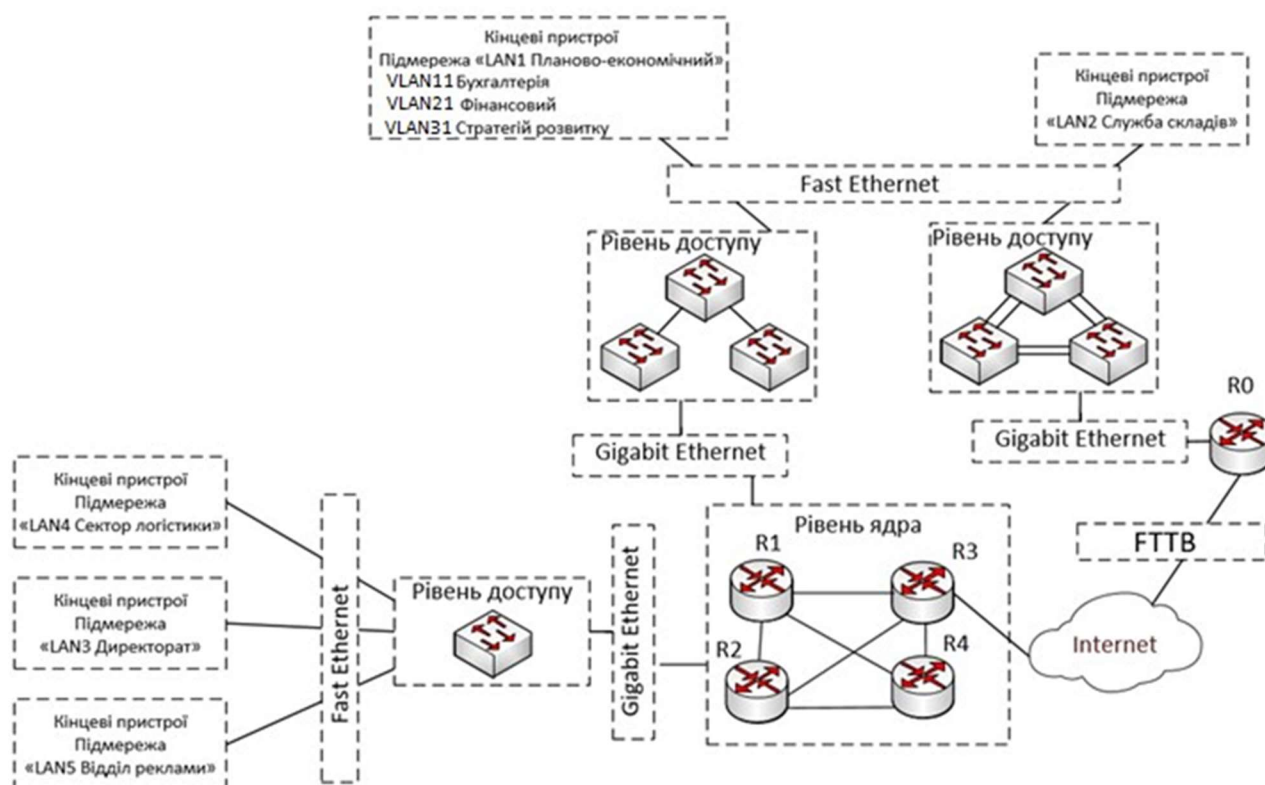


Рисунок 3.5 – Структурна схема комплексу технічних засобів комп'ютерної системи ТОВ «1 Соціальна аптека»

В адміністративній будівлі підприємства необхідно встановити дев'ять комутаторів. Комутатори повинні підтримувати роботу технологій DHCP, RAGP, VLAN, підтримувати велику кількість кінцевих пристроїв, забезпечувати швидкість передачі даних не менш як 100 Мбіт/с.

В якості комутатора робочих груп для адміністративної будівлі в чотирьох підмережах використаний Cisco Catalyst 2948-24TT [16]. Комутатори Catalyst орієнтовані в першу чергу на підприємства малого і середнього бізнесу, а також філії великих компаній для вирішення завдання реалізації рівня доступу до мережі. Цей комутатор має 24 порти (100 Мбіт/с) для підключення роз'ємів RJ-45,

2 порти Gigabit Ethernet. По GigabitEthernet комутатори робочих груп підключаються до комутаторів будівлі.

Технічні характеристики комутатора TC-L: порти: 24 x 10/100; 2 x 1000/SFP; підтримка PoE, 180W; пропускна здатність: 8,8 Гбіт/с; максимальна кількість VLAN: 255; об'єм ОЗУ / flash пам'яті: 64 / 32 Мб; протокол віддаленого адміністрування: RMON, HTTP, TFTP; спосіб аутентифікації: RADIUS. Разом з комутаторами та маршрутизатором поставляється стандартна операційна система Cisco IOS.

В якості комутатора робочих груп для будівлі, де розташовані офісні приміщення «Служби складів», використаний Cisco SB SF302-08 (SRW208G-

K9-G5-EU) з невеликою кількістю портів. Технічні характеристики комутатора SF302-08: порти: 8 x 10Base-T/100Base-TX - RJ-45; 1 x console - 9 pin D-Sub (DB-9) - management; 2 x 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45; підтримка PoE, 180W; пропускна здатність: 8,8 Гбіт/с; максимальна кількість VLAN: 255; об'єм ОЗУ 128 MB; протокол віддаленого адміністрування: RMON, HTTP, TFTP; спосіб аутентифікації: RADIUS, SSH; операційна система Cisco IOS.

### **3.6 Висновок**

В частині синтезу системи підприємства були розглянуті інженерно-технічні заходи синтезу кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів до аптек. Розглянуті засоби захисту від витоку конфіденційної інформації технічними каналами та виконаний їх порівняльний аналіз. На основі отриманих результатів був запропонований проект комплексу технічного захисту інформації для приміщення серверної кімнати.

## **4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

### **4.1 Призначення й сфера застосування програми**

Програма для розрахунку безрозмірних параметрів математичної моделі комп'ютерної мережі у вигляді замкнутої мережі для визначення черги обслуговування.

Об'єм роботи програми - математичне моделювання комп'ютерних мереж на основі їх математичної моделі.

### **4.2 Обґрунтування технічних характеристик програми**

В результаті використання розробленої програми ми можемо досягти результатів: ймовірність того, що всі сервісні пристрої виявляться вільними; ймовірність того, що всі сервісні пристрої не будуть зайняті; визначити середній час очікування початку обслуговування вимог до сервісних пристроїв; середня довжина черги (середня кількість вимог, що чекають на обслуговування); середня кількість вимог в системі обслуговування; середня кількість безкоштовних сервісних пристроїв, коефіцієнт їх використання з плином часу і т. д.

#### **4.2.1 Постановка завдання на розробку програми**

Програмне забезпечення математичної моделі комп'ютерної мережі як мережі замкнутих черг повинно розраховувати основні безрозмірні характеристики комп'ютерної мережі.

Кількість вузлів в комп'ютерній мережі - не менше 16.

Перехідна матриця ймовірностей повинна відповідати структурній схемі моделі. Кількість пакетів, що циркулюють в мережі, - не менше 28.

Кількість конвеєрів для обробки сервісних запитів - не менше 9.

Відносний час обробки пакета в вузлу повинно мати можливість змінюватися.

#### **4.2.2 Структура і алгоритм функціонування програми**

На комп'ютер встановлюються необхідні драйвера, а також наступне програмне забезпечення: Microsoft Office 2019 (потрібно MS Access), Mathcad 13 або вище.

#### **4.2.3 Метод організації вхідних і вихідних даних**

Розроблене програмне забезпечення дозволить проаналізувати можливості комп'ютерної мережі за її моделлю, що дозволяє значно знизити витрати на дослідження реальної мережі.

#### **4.2.4 Вибір складу програмних засобів**

Технічні та програмні засоби для розробки програм - це програмне забезпечення, що використовується в складі пакета Mathcad 13, комп'ютер з мінімальною конфігурацією не нижче: процесор Intel Core i5 (4 x 2, 2 ГГц); жорсткий диск - 1, Тб, SCSI; оперативна пам'ять – 16 Гб; кольоровий монітор 27"; відеокарта, що підтримує роздільну здатність екрану не менше 2,048 x 1,536 і режим True Color; зовнішні гучномовці; 3 мережевих порти по 100 Мб; принаймні один вільний USB-порт. операційна система (ОС) Windows 7 Professional.

#### **4.3 Опис розробленої програми**

Встановити початкові значення характеристик мережі:  $N$  – кількість пакетів, що циркулюють в мережі; матриця маршрутів  $PR$ ; кількість конвеєрів в кожному вузлу:  $M_0...M_9$ ; середній час обробки пакетів в одному конвеєрі кожної одиниці:  $\tau_0... \tau_9$ ; отримати систему рівнянь в матричному вигляді. скористайтеся методом Гауса і знайдіть коефіцієнти передачі  $e_0...e_9$ ; знайти множину  $S(N, K)$  всіх станів мережі; отримати можливі стани  $\{S_k\}$  для кожного вузла, де  $k$  - кількість пакетів у вузлу і обчислити ймовірності  $P_i(n)$  цих станів. розрахувати середню кількість упаковок; розрахувати вхідну інтенсивність; згідно з теоремою Літла, обчисліть середній час перебування пакета у вузлу.

### **4.3.1 Загальні відомості**

Програма для розрахунку безрозмірних параметрів математичної моделі комп'ютерної мережі у вигляді замкнутої мережі визначення черги. Програма розрахунку може зберігатися на будь-якому носії інформації.

### **4.3.2 Функціональне призначення**

Програма дослідження математичної моделі мережі масового обслуговування за методом Бузена.

### **4.3.3 Опис логічної структури програми**

Логічно, що програма розділена на 3 логічних модуля, які блокують вихідні дані, надають початкові значення характеристик мережі:  $N$  – кількість пакетів, що циркулюють в мережі; матриця маршрутів  $PR$ ; кількість конвеєрів в кожному вузлі:  $M_0 \dots M_9$ ; Середній час обробки пакетів в одному конвеєрі кожного вузла:  $\tau_0 \dots \tau_9$ . Розраховується блок: використовуємо метод Гауса і знаходимо коефіцієнти передачі  $e_0 \dots e_9$ ; знайти множину  $S(N,K)$  всіх станів мережі; розрахувати середню кількість упаковок; розрахувати вхідну інтенсивність; згідно з теоремою Літтла, обчисліть середній час перебування пакета у вузлу. Вихід: Результати розрахунків проводяться за допомогою Mathcad, як в числовому, так і в графічному вигляді.

### **4.3.4 Використовувані технічні засоби**

Програма викликається відповідно до заданими користувачем параметрами системи.

### **4.3.5 Цикл роботи програми**

Організація вихідних даних визначається особливостями мови пакетів Mathcad 13. Для збереження великих матричних масивів вихідні дані вносяться на жорсткий диск при необхідності потім змінюються.

#### **4.3.6 Вхідні та вихідні дані**

Вхідні дані мережевої моделі:  $N_n$  – кількість вузлів мережі.  $\tau$  – час обробки одного пакета на вузол.  $P_r$  - це матриця перехідних ймовірностей.  $m$  – кількість конвеєрів у вузлах.  $N$  – кількість пакетів, що циркулюють в мережі.  $B$  – матриця ймовірностей черги у вузлах. Вихід моделі мережі:  $\lambda$  – середня інтенсивність запитів на вході в вузол.  $L$  – середня черга пакетів у вузлу.  $t$  – середній час перебування пакета у вузлу.  $e$  – матриця коефіцієнтів переходу.

#### **4.4 Висновок**

У цьому розділі кваліфікаційної роботи розроблено програмне забезпечення, яке призначене для розрахунку безрозмірних параметрів математичної моделі комп'ютерної мережі у вигляді замкнутої мережі визначення черги. Об'єм роботи програми - математичне моделювання комп'ютерних мереж на основі їх математичної моделі.



## 5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 5.1 Розробка математичної моделі мережі

Відповідно до структурної схеми комп'ютерної мережі та її імітаційної моделі розроблено структуру математичної моделі комп'ютерної мережі кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів до аптек як замкнутої системи масового обслуговування, яка представлена на рис. 5.1.

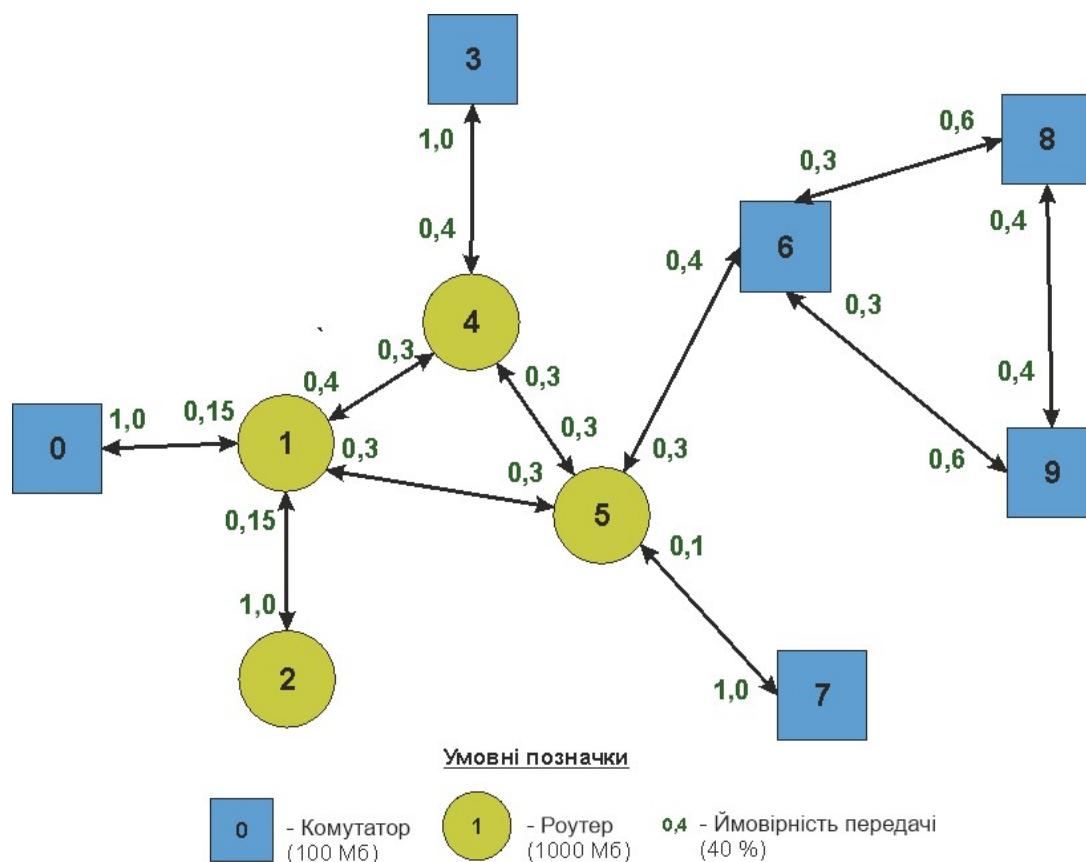


Рисунок 5.1 – Структура математичної моделі комп'ютерної мережі

Структура моделі комп'ютерної мережі відповідає структурі мережі рівня підприємства кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів до аптек, яка була розроблена у бакалаврській роботі. Згідно з нею розроблена спрощена схема структури мережі, яка відображає ту же саму архітектуру, але на ній вже вказані ймовірності передачі пакетів інформації по конкретним каналам зв'язку. Початково на схемі присутні роутери (Router) зі швидкістю передачі 1000 Мб, то комутатори (Switch) зі швидкістю передачі 100 Мб.

Зв'язки між елементами цієї структури – це найбільша ймовірність передачі пакета даних від одного комп'ютерної мережі до другого вузла цієї же мережі. Кожен вузол – треба розглядати у ракурсі теорії система масового обслуговування. Цілком зрозуміло що ймовірність того що вузол в мережі зв'язується сам з собою дорівнює нулю.

Умовно приймаємо, що ймовірність того що вузли, які відповідають за маршрутизацію зв'яжуться між собою приблизно рівна між ними (можуть бути незначні розбіжності між ними), а ймовірність того, що найбільш інтенсивний зв'язок буде йти із серверами та інтернетом.

В структурі моделі комп'ютерної мережі кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів вузли «1», «2», «4», «5» – це звичайні мережеві роутери на 1000 Мб, що обслуговують локальні мережі кінцевих користувачів.

Вузли «0», «3», «6», «7», «8», «9» – це найбільш популярні і дешеві мережеві комутатори на 100 МБ, які забезпечують функціонування комп'ютерної мереж кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів на рівні доступу користувачів.

Виходячи з сказаного вище - зв'язки між елементами структури кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів – це вірогідність передачі інформаційного пакета від одного до другого вузла у цій мережі, кожен мережевий вузол – це система масового обслуговування.

Вірогідність 1,0 відповідає 100 %. Сума всіх ймовірностей для одного вузла має дорівнювати дорівнює максимуму, тобто 1,0. Номінал вірогідності обирається відповідно до конкретних задач, які «властиві» тій чи іншій мережі, тобто яке завантаження очікується для конкретної мережі, а воно в свою чергу залежить від специфіки програмного забезпечення кінцевих користувачів..

Вірогідність того, що вузол «0» зв'яжеться з вузлом «1» дорівнює 1,0.

Вірогідність того, що вузол «1» зв'яжеться з вузлом «0» дорівнює 0,15.

Вірогідність того, що вузол «1» зв'яжеться з вузлом «2» дорівнює 0,15.

Вірогідність того, що вузол «1» зв'яжеться з вузлом «4» дорівнює 0,4.

Вірогідність того, що вузол «1» зв'яжеться з вузлом «5» дорівнює 0,3.

Вірогідність того, що вузол «2» зв'яжеться з вузлом «1» дорівнює 1,0.  
 Вірогідність того, що вузол «3» зв'яжеться з вузлом «4» дорівнює 1,0.  
 Вірогідність того, що вузол «4» зв'яжеться з вузлом «1» дорівнює 0,3.  
 Вірогідність того, що вузол «4» зв'яжеться з вузлом «3» дорівнює 0,4.  
 Вірогідність того, що вузол «4» зв'яжеться з вузлом «4» дорівнює 0,3.  
 Вірогідність того, що вузол «5» зв'яжеться з вузлом «1» дорівнює 0,3.  
 Вірогідність того, що вузол «5» зв'яжеться з вузлом «4» дорівнює 0,3.  
 Вірогідність того, що вузол «5» зв'яжеться з вузлом «6» дорівнює 0,3.  
 Вірогідність того, що вузол «5» зв'яжеться з вузлом «7» дорівнює 0,1.  
 Вірогідність того, що вузол «6» зв'яжеться з вузлом «5» дорівнює 0,4.  
 Вірогідність того, що вузол «6» зв'яжеться з вузлом «8» дорівнює 0,3.  
 Вірогідність того, що вузол «6» зв'яжеться з вузлом «9» дорівнює 0,3.  
 Вірогідність того, що вузол «7» зв'яжеться з вузлом «5» дорівнює 1,0.  
 Вірогідність того, що вузол «8» зв'яжеться з вузлом «6» дорівнює 0,6.  
 Вірогідність того, що вузол «8» зв'яжеться з вузлом «9» дорівнює 0,4.  
 Вірогідність того, що вузол «9» зв'яжеться з вузлом «6» дорівнює 0,6.  
 Вірогідність того, що вузол «9» зв'яжеться з вузлом «8» дорівнює 0,4.

Результатом вище сказаного є побудована маршрутна матриця, яка представлена на рис. 5.2.

$$Pr = \begin{pmatrix} 0 & 1.0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.15 & 0 & 0.15 & 0 & 0.4 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1.0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0 & 0.4 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0.3 & 0 & 0.3 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.4 & 0 & 0 & 0.3 & 0.3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.6 & 0 & 0 & 0.4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.6 & 0 & 0.4 & 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 5.2 – Маршрутна матриця

Матриця стовпчик з рис. 5.3 показує час обробки одного повідомлення в відповідному вузлу в умовних одиницях часу (мс, згідно технічній документації на мережеве обладнання, 10 – це 100 Мб, а 1 – 1000 Мб, яке обрано згідно зі структури і параметрів мережевого обладнання.

$$\tau_i :=$$

10
1
1
10
1
1
10
10
10
10

Рисунок 5.3 – Матриця стовпчик - час обробки одного повідомлення в відповідному вузлу в умовних одиницях часу

## 5.2 Розрахунок параметрів мережі згідно її моделі

Далі за методом Гауса розраховується  $E$ -матриця стовпчик з передаточними коефіцієнтами ймовірностей за нормованим показником:

$$e :=$$

1
0.3
0.2
0.333
0.3
0.3
0.111
0.111
0.15
0.15

Рисунок 5.4 –  $e$ -матриця стовпчик з передаточними коефіцієнтами ймовірностей за нормованим показником

Задаємо матрицю  $m$ , яка визначає коефіцієнти, які означають кількість конвеєрів для обробки пакетів інформації в кожному із вузлів системи масового обслуговування.

Для подальших розрахунків приймаємо, що в кожному вузлу системи масового обслуговування, за конкретними технічними параметрами мережевого обладнання, знаходиться лише один конвеєр обробки пакетів.

$$m :=$$

1
1
1
1
1
1
1
1
1
1

Рисунок 5.5 –  $m$ -матриця кількості конвеєрів обробки пакетів інформації в одному вузлу

Матриця  $V$ , яка показана на рис. 5.6 визначає з якою вірогідністю у відповідній вузол (номер стрічки) буде знаходитися у стані очікування обробки завданої кількості пакетів (номер стовпчика).

	0	1	2	3	4
0	1	10	100	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^4$
1	1	0.3	0.09	0.027	$8.1 \cdot 10^{-3}$
2	1	0.2	0.04	$8 \cdot 10^{-3}$	$1.6 \cdot 10^{-3}$
3	1	3.33	11.089	36.926	122.964
4	1	0.3	0.09	0.027	$8.1 \cdot 10^{-3}$
5	1	0.3	0.09	0.027	$8.1 \cdot 10^{-3}$
6	1	1.11	1.232	1.368	1.518
7	1	1.11	1.232	1.368	1.518
8	1	1.5	2.25	3.375	5.062
9	1	1.5	2.25	3.375	5.062

Рисунок 5.6 – Матриця  $V$  - вірогідність знаходження вузлу у стані очікування обробки завданої кількості пакетів

Далі відповідності до алгоритму Бузена розраховуються середні значення показників по кожному із вузлів мережі. Таким чином отримаємо інтенсивність вхідного потоку пакетів  $\lambda$  у кожному вузлу (рис. 5.7).

	0
0	0.083
1	0.025
2	0.017
3	0.028
$\lambda =$ 4	0.025
5	0.025
6	$9.249 \cdot 10^{-3}$
7	$9.249 \cdot 10^{-3}$
8	0.012
9	0.012

Рисунок 5.7 – Інтенсивність вхідного потоку пакетів  $\lambda$  у кожному вузлу

Також отримаємо середнє число пакетів  $L$ , що чекають на обробку в кожному вузлу (рис. 5.8)

	0
0	2.872
1	0.03
2	0.02
3	0.448
$L =$ 4	0.03
5	0.03
6	0.119
7	0.119
8	0.167
9	0.192

Рисунок 5.8 – Середнє число пакетів  $L$ , що чекають на обробку в кожному вузлу

Далі було визначено середній час обробки пакета  $t$  в одному вузлу (рис. 5.9).

	0
0	34.462
1	1.19
2	1.179
3	16.143
t = 4	1.19
5	1.19
6	12.852
7	12.852
8	13.354
9	15.343

Рисунок 5.10 – середній час обробки пакета  $t$  в одному вузлу

### 5.2.1 Параметри роботи мережі без впливу шкідливого ПЗ

Робота комп'ютерної мережі в «нормальному» режимі, тобто без впливу шкідливого програмного забезпечення характеризується наступними початковими параметрами:

- кількість пакетів, які циркулюють у мережі дорівнює 5;
- час обробки пакетів у всіх вузлах мережі однаковий і складає 6 часових одиниць (для досліджуваної мережі 1 часова одиниця дорівнює 1 мс);
- кількість конвеєрів обробки пакетів у кожному вузлу мережі дорівнює 1.

За таких початкових вхідних даних отримано наступні графіки, що показують усереднені характеристики кожного з вузлів, які наведені на рис. 5.11...рис. 5.13.

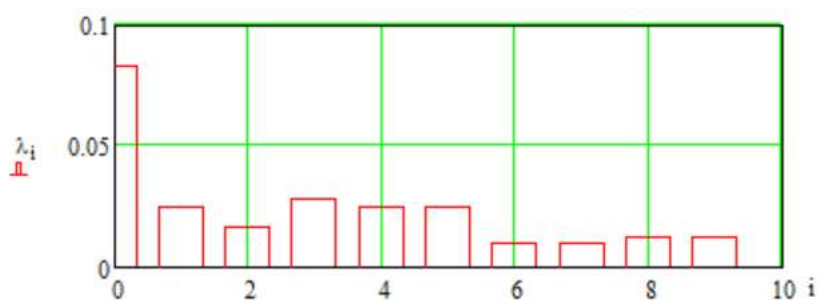


Рисунок 5.11 – Інтенсивність потоку, що входить у вузол

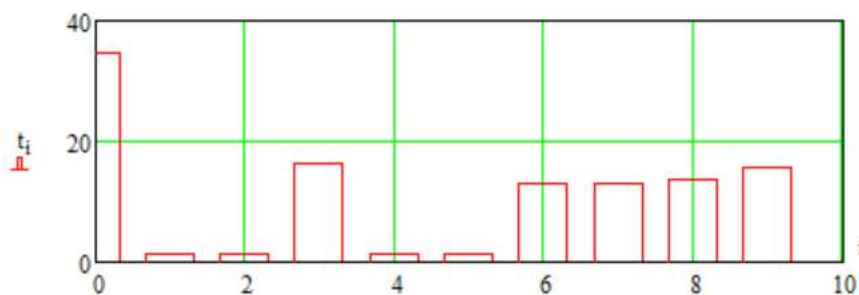


Рисунок 5.12 – Середній час перебування пакета у вузлу

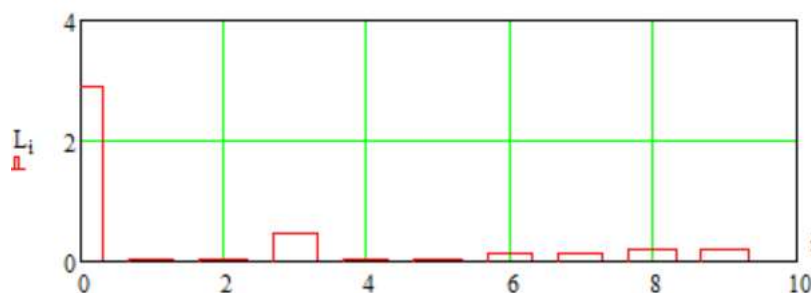


Рисунок 5.13 – Середня кількість пакетів які знаходяться у вузлу

Як бачимо з цих графіків, в цілому у всіх вузлах комп'ютерної мережі, які є комутаторами та маршрутизаторами їх усереднені параметри показують, що усі повідомлення обробляються значно швидко і без значної черги. Найбільш завантаженим, тобто виключенням безперечно є вузол «0» (з високою ймовірністю 0,4 черги до 4 пакетів), та також потенційні проблемними можуть бути з вузлом «3» (з малою, але істотною ймовірністю у 0,2 черги до 2 пакетів), рис. 5.14 показує з якою вірогідністю у вузлах мережі буде виникати черга, що негативно вплине на роботу комп'ютерної мережі.

Можемо зробити попередній висновок про те, що при заданих параметрах є декілька вузлів (маршрутизаторів і роутерів) у мережі мають найбільш можливі потенційними проблемним.



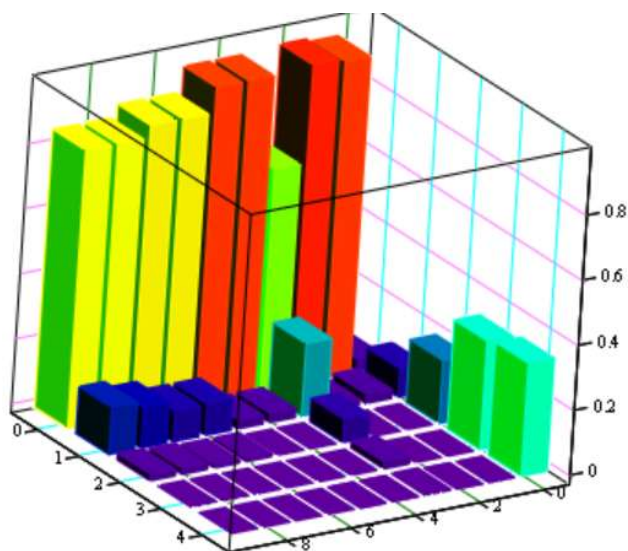


Рисунок 5.14 – Вірогідність черги у вузлах, якщо в мережі циркулює 5 пакетів

Для вирішення цієї проблеми замінено вузол «0» на більш швидкісний – 1000 Мб. Вірогідність черги у вузлах, якщо в мережі циркулює 5 пакетів, та поліпшений вузол «0» показано на рис. 5.15. Як ми бачимо проблема з вузлом «0», але «вилізла проблема з вузлом «3»».

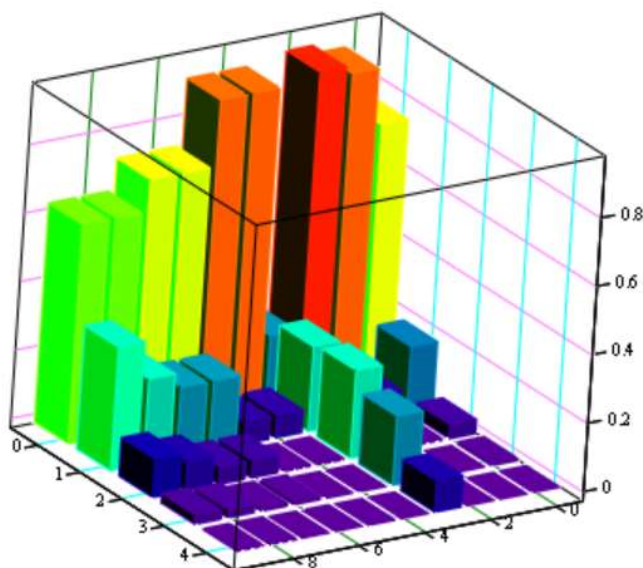


Рисунок 5.16 – Вірогідність черги у вузлах, якщо в мережі циркулює 5 пакетів, та поліпшений вузол «0»

Далі для вирішення цієї проблеми замінено вузол «3» на більш швидкісний – 1000 Мб. Вірогідність черги у вузлах, якщо в мережі циркулює 5 пакетів, та поліпшені вузли «0» та «3» показано на рис. 5.16. Як ми бачимо проблема з вузлом «3» зникла, а завантаження всіх вузлів більш менш вирівнялося.

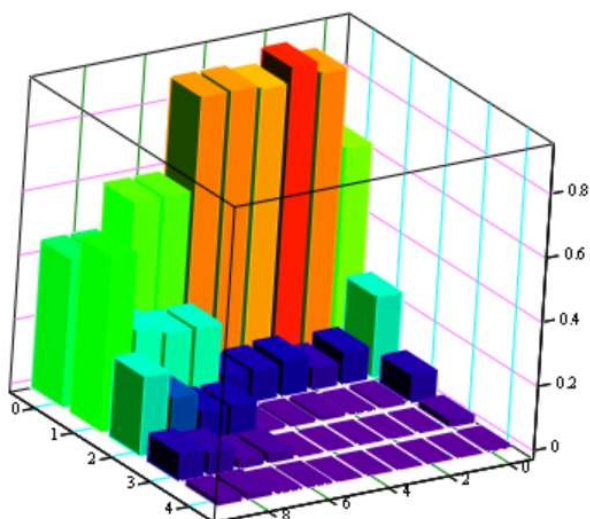


Рисунок 5.17 – Вірогідність черги у вузлах, якщо в мережі циркулює 5 пакетів, та поліпшені вузли «0» та «3»

Далі змодельюємо роботу мережі у умовах роботи шкідливого програмного забезпечення – вірусів, або припустимо що з часом навантаження на мережу зросло в двічі.

Структура модифікованої мережі де в середньому циркулює до 5 пакетів, та поліпшені вузли «0» та «3» показана на рис. 5.18.

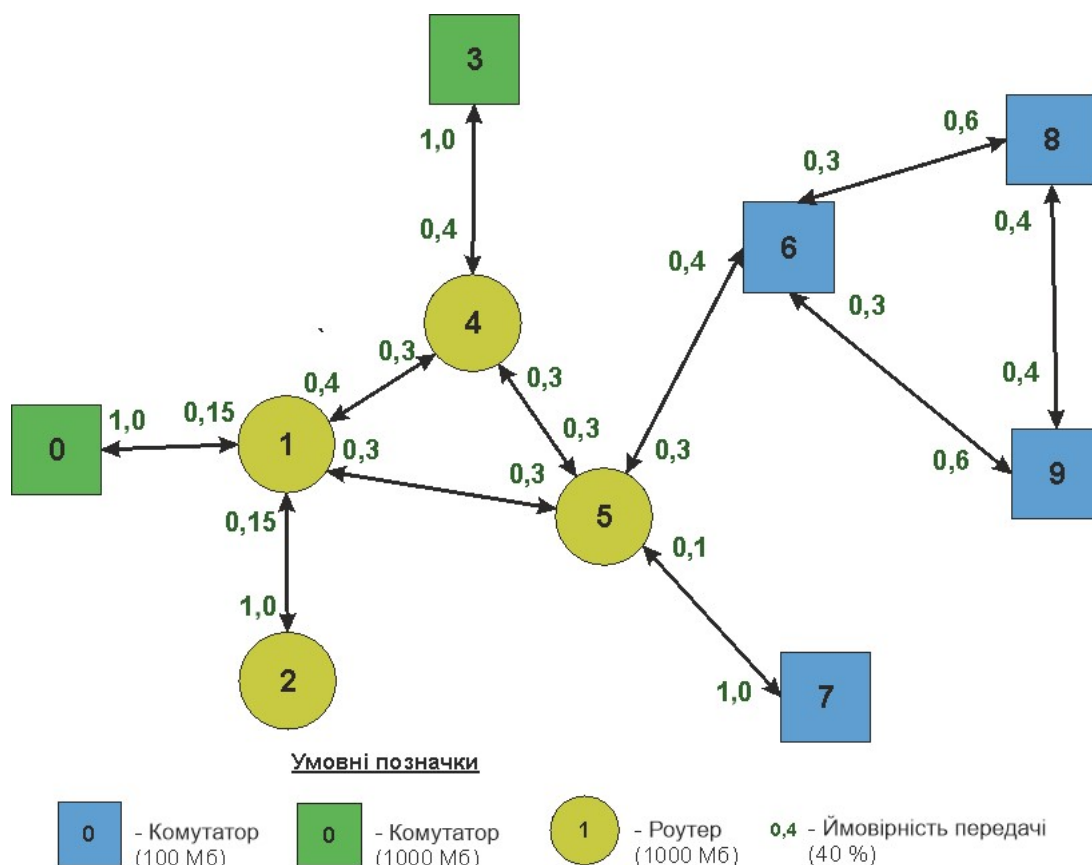


Рисунок 5.18 – Структура математичної моделі комп'ютерної мережі

### 5.2.2 Параметри роботи мережі під впливом вірусних програм

Вірусне програмне забезпечення, як і будь-які інші програми, вимагають певного обсягу ресурсів ЕОМ та комп'ютерної мережі. В залежності від виду вірусів, створюване ними навантаження на ЕОМ і мережу може сильно відрізнятись. Класичні віруси в загальному випадку не створюють навантаження на мережу зовсім, деякі ж мережеві віруси можуть здійснювати таку кількість мережевих запитів, що обчислювальна мережа може і зовсім перестати функціонувати, тобто «лягти».

На базі поліпшеної структури, яка наведена на рис. 5.19 змодельовано подібної ситуацію з підвищеною у двічі кількістю запитів в мережі, замість звичайної де  $N = 5$  збільшимо цей показник до  $N=10$ .

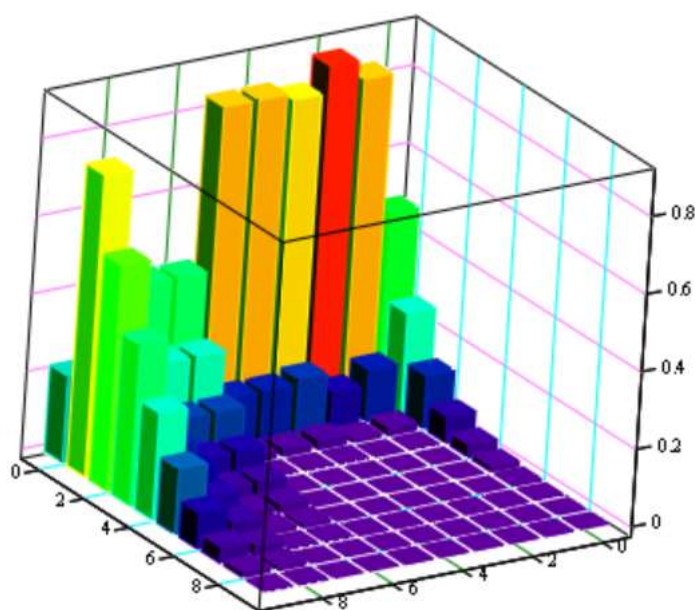


Рисунок 5.19 – Вірогідність черги у вузлах, якщо в мережі циркулює 10 пакетів, та поліпшені вузли «0» та «3»

Результати моделювання роботи мережі показують, що збільшення вдвічі кількості пакетів, що циркулюють в модифікованій комп'ютерній мережі, приводить до того, що тільки вузли комутаторів, 8 та 9 мають збільшену ймовірність черги з обробки інформаційних пакетів. Спробуємо послідовно

підвищити швидкодiю вузлiв «9» та «8» - застосуємо обладнання 1000 Мб (рис. 5.19).

Результати моделювання роботи мережi показують, що послiдовне пiдвищення швидкодiї вузлiв «9» та «8» полiпшує показники для цих вузлiв, але викликане проблеми для вузлiв зi слабою пропускнуою здатнiстю – це вузли «6» та «7» (рис. 5.20). Спробуємо послiдовно пiдвищити швидкодiю вузлiв «6» та «7» - застосуємо обладнання 1000 Мб

Результати моделювання роботи мережi показують, що послiдовне пiдвищення швидкодiї вузлiв «6» та «7» полiпшує показники для цих вузлiв, але викликане проблеми для вузлу «0» (рис. 5.21). Цей вузол вже немає резерву з пiдвищення швидкодiю – вона вже максимально можлива 1000 Мб.

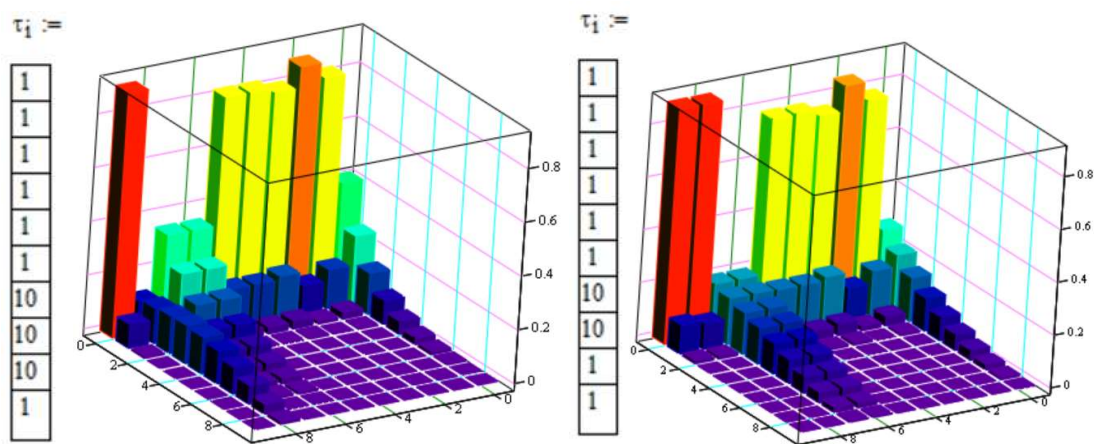


Рисунок 5.20 – Вiрогiднiсть черги у вузлах, якщо в мережi циркулює 10 пакетiв, та полiпшенi вузли «0», «3», «8», «9»

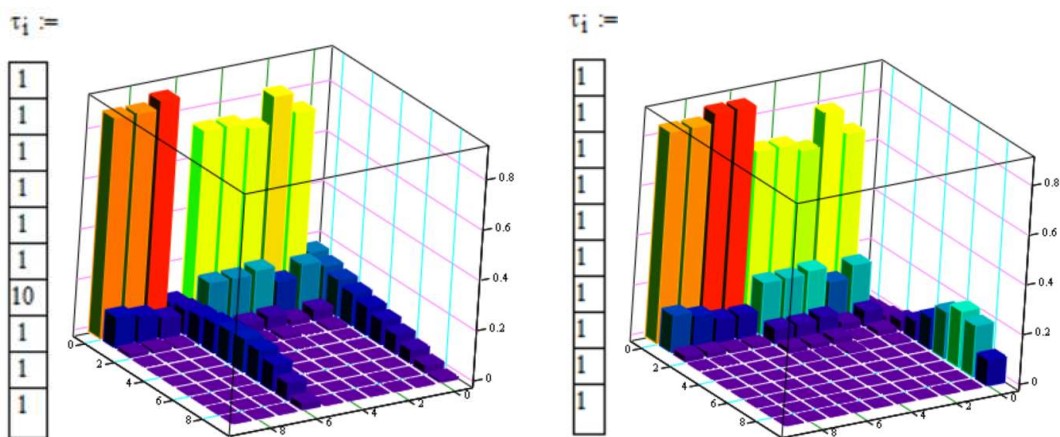


Рисунок 5.21 – Вірогідність черги у вузлах, якщо в мережі циркулює 10 пакетів, та поліпшені вузли «0», «3», «7», «7», «8», «9»

Єдиний шлях вирішення цієї проблеми, це використання останніх сучасних моделей спеціалізованого мережевого обладнання, яке має сучасну схематехнічну елементну базу и дозволяє виконувати принципи буферизації та застосовувати конвеєрну обробку потокової інформації для забезпечення швидкої оброки пакетів інформації.

Результат моделювання цієї ситуації показано на рис. 5.22. Як бачимо результат є позитивним – завантаження вузлів мережі рівномірне, черги не перевищують двох байт при їх ймовірності 0,4, тобто навіть у складних умовах при підвищенні інформаційного навантаження на мережу у 200 % вона буде зберігати проектну пропускну здатність.

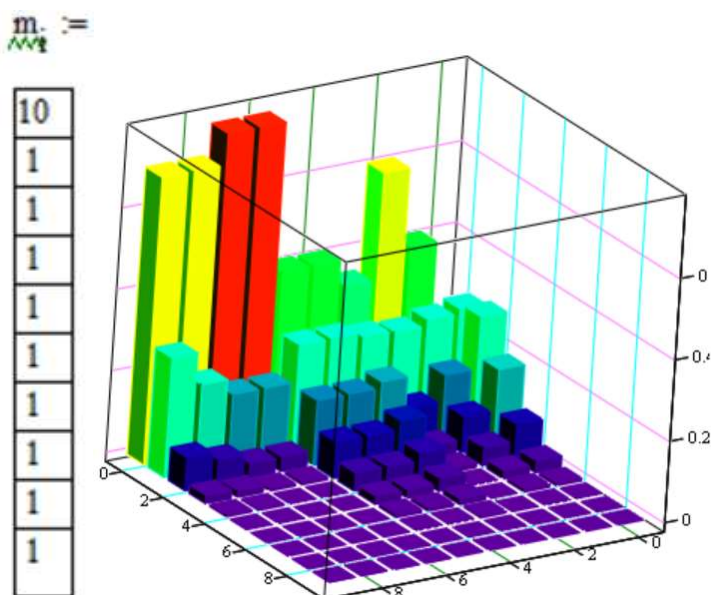


Рисунок 5.21 – Вірогідність черги у вузлах, якщо в мережі циркулює 10 пакетів, та поліпшені вузли «0», «3», «7», «8», «9»

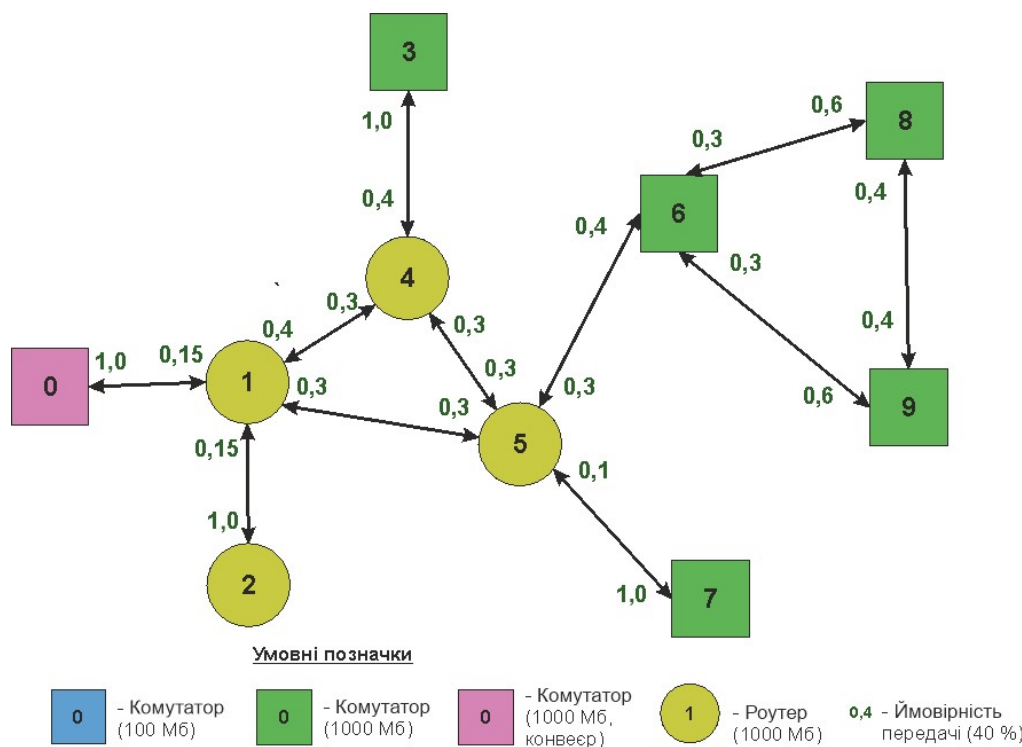


Рисунок 5.22 – Структура мережі з поліпшеними вузлами «0», «3», «7», «7», «8», «9»

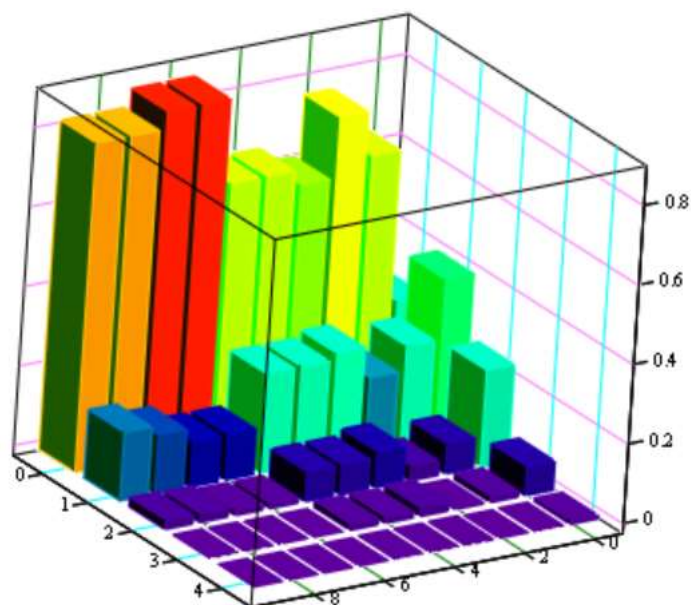


Рисунок 5.23 – Вірогідність черги у вузлах, якщо в мережі циркулює 5 пакетів, скорегований варіанти (остаточний варіант)

Відповідно до змін розраховані як усереднені так і ймовірнісні характеристики.

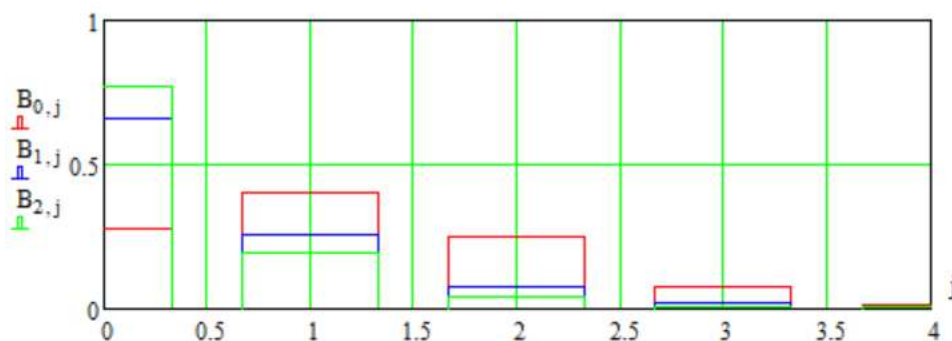


Рисунок 5.24 – Імовірність виникнення черги на вузлах мережі

Підвищення швидкості обробки пакетів у вузлах комп'ютерної мережі, які показали найбільшу стійкість до перевантаження, та дозволить певним чином покращити характеристики цієї мережі.

Згідно з аналізом даних, отриманих в результаті вивчення стану мережі під впливом тільки шкідливих програм, стохастичний характер маршрутної матриці, яка описує мережу, може стати причиною нелінійного зростання основних характеристик в деяких вузлах мережі, незважаючи на те, що завантаження вузлів мережі зростатиме лінійно. Таке явище може призводити до збоїв в роботі комп'ютерної мережі.

Аналіз характеристик розглянутої мережі під впливом вірусів показує, що середньою завантаженістю конвеєрів 1, основні характеристики можуть погіршитися, треба використовувати сучасне обладнання з конвеєрною обробкою пакетів інформації.

За результатами порівняння характеристик комп'ютерної мережі у всіх розглянутих станах зроблено висновок про те, щонайбільше негативно на характеристиках мережі позначається атака шкідливими програмами.

### 5.3 Висновки по розділу

Розроблена модель дозволяє визначити усереднені значення інтенсивності вхідного потоку, часу перебування пакета у вузлах, середню кількість пакетів у вузлах. Що відноситься до класу безрозмірних характеристик. Аналіз

ймовірностей черги у вузлах мережі показав, що найбільша ймовірність черги виникає у вузлу №0, та менш гірше становище для вузлів № «3», «5», «6», «7», «8» та «9». При збільшенні кількості пакетів, що циркулюють у мережі вдвічі у вузлу № «0» висока ймовірність виникнення черги з до 3...4 пакетів для кінцевого варіанту структури мережі. Ця ситуація можлива коли в мережі функціонує шкідливе програмне забезпечення, але навіть у цих умовах комп'ютерна мережа буде функціонувати зі штатною швидкістю.

Для підвищення стійкості мережі до перевантаження необхідна заміна комутаторів, які є у вузлах № «0», «3», «5», «6», «7», «8» та «9» моделі на більш потужні. Час обробки пакетів для вузлу № «0» у цього обладнання має бути декілька разів менший – треба застосовувати обладнання з конвеєрним принципом обробки інформаційних пакетів.



## ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота є завершеною науковою роботою, в якій вирішена науково-практична задача синтезу програмно-технічної реалізації кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів до аптек.

Основні висновки і результати роботи полягають у наступному:

1. Відповідно до функціональних особливостей кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів до аптек показано, що навантаження на комп'ютерну мережу може викликатися дією шкідливого програмного забезпечення. Що може негативно вплинути на роботу систем виробничих потужностей підприємства і призвести до значних втрат.

2. Вирішення завдань досліджень можливе при застосуванні методів теорії масового обслуговування, використані класичні підходи до рішення завдань доволі трудомісткі за допомогою алгоритму Бузена.

3. Розроблена математична модель комп'ютерної мережі як замкнутої системи масового обслуговування, обрані параметри перехідної матриці мережі.

4. Розроблена модель дозволяє визначити усереднені значення інтенсивності вхідного потоку, часу перебування пакета у вузлах, середню кількість пакетів у вузлах. Що відноситься до класу безрозмірних характеристик.

5. Аналіз ймовірностей черги у вузлах мережі показав що найбільша ймовірність черги виникає у вузлах № «3», «5», «6», «7», «8» та «9».

6. При збільшенні кількості пакетів, що циркулюють у мережі вдвічі у вузлах № «3», «5», «6», «7», «8» та «9» висока ймовірність виникнення черги з 3...4 пакетів. Ця ситуація можлива коли в мережі функціонує шкідливе програмне забезпечення.

7. Для підвищення стійкості мережі до перевантаження необхідно замінити комутатори, які є вузлами № «3», «5», «6», «7», «8» та «9» моделі на більш потужні. Час обробки пакетів у цих пристроїв повинен бути значно менший.

8. Зважаючи на те, що при лінійному рості навантаження на вузли мережі, ймовірності станів вузлів мережі розподіляються нелінійно виникає додаткове навантаження на вузли № «3», «5», «6», «7», «8» та «9». На основі проведених досліджень можемо рекомендувати удосконалення структури комп'ютерної мережі рівня підприємства.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. 1 Соціальна аптека, режим доступу: <https://1sa.com.ua/map.html>
2. Hemendra Sing C (2018) Why Is Laravel the Best PHP Framework? Режим доступу: <https://yourstory.com/mystory/2abeb979d2-why-is-laravel-the-bes>
3. What Is Payment Processing? Режим доступу: <https://www.usnews.com/360-reviews/business/credit-card-processing/what-is-credit-card-processing>
4. Аналітичні моделі масового обслуговування в задачах проектування інформаційних систем: Навчально-довідковий посібник / уклад.: А.А. Косолапов; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: «LikePrint», ФОП Гечка Т.О., 2015. – 186 с.
5. Литвинов А. Л. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник / А. Л. Литвинов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 141 с..
6. Globa L.S. Approaches and technologies of creating data-processing resources in the telecommunication environment – Электроника и связь. Проблемы электроники ч.2, Киев, 2005
7. Глоба Л.С. Математичні основи побудови інформаційно телекомунікаційних систем. - К.: Політехніка, 2003. -276с
8. Розробка програмного забезпечення комп'ютерних систем. Програмування: навч. посібник / Л.І. Цвіркун, А.А. Євстигнєєва, Я.В. Панферова. – 2-ге вид., випр. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 222 с.
9. Цвіркун Л.І. Глобальні комп'ютерні мережі. Програмування мовою PHP: навч. посібник / Л.І. Цвіркун, Р.В. Липовий, під заг. ред. Л.І. Цвіркуна. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 239 с.
10. Електроний ресурс: <https://shotam.info/prykordonnyku-otrymaly-obladnannia-dlia-temperaturnoho-skryninhu-na-1-mln-hrn/>
11. Електроний ресурс: <https://www.elko.ua/novosti2/sistemy-dezinfekci>
12. Електроний ресурс: <https://iev.aero/press-centre/news/380>
13. Електроний ресурс: <https://www.epravda.com.ua/news/2020/06/12/661725>

14. Электроний ресурс: <https://www.c-sb.ru/solution/termograficheskiy-kompleks/organizacziya-temperaturnogo-kontrolya-na-obektah-transportnoj-infrastruktury/>
15. Электроний ресурс: <https://sytecs.com.ua/ru/tehnologii/skrining-temperatury/>
16. Электроний ресурс: <https://subject.com.ua/technology/transport/185.html>
17. Электроний ресурс: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D1%96%D1%81%D0%B8>

## **ДОДАТОК А**

### **Текст програми**

**Програмно-технічна реалізація кіберфізичної системи швидкої доставки медикаментів до аптек з детальним опрацюванням модуля оплати**

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

**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**  
**ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ КІБЕРФІЗИЧНОЇ**  
**СИСТЕМИ ШВИДКОЇ ДОСТАВКИ МЕДИКАМЕНТІВ ДО АПТЕК З**  
**ДЕТАЛЬНИМ ОПРАЦЮВАННЯМ МОДУЛЯ ОПЛАТИ**

Текст програми

804.02070743.22017-01 12 01

Листів 15

## АНОТАЦІЯ

Даний документ містить ПЗ реалізації математичної моделі комп'ютерної мережі.

Тексти програм реалізовані в середовищі Mathcad 13в середовищі операційної системи Windows 7.

Програма реалізує рекурентний метод Бузена для розрахунку параметрів комп'ютерної мережі як замкнутої системи масового обслуговування.

**ЗМІСТ**

	стор.
1. Перелік використаних змінних	4
2. Текст програми	6
2. Результати розрахунку	7



## 1 Перелік використаних змінних, та переклад коментарів

$N_n$  – кількість вузлів мережі.

$\tau$  – час обробки одного пакета у вузлу.

$P_r$  – матриця перехідних ймовірностей.

$e$  – матриця перехідних коефіцієнтів.

$m$  – кількість конвеєрів у вузлах.

$N$  – кількість пакетів що циркулюють в мережі.

$B$  – матриця ймовірностей черги у вузлах.

$\lambda$  – середня інтенсивність запитів на вході у вузол.

$L$  – середня черга пакетів у вузлу.

$t$  – середній час перебування пакета у вузлу.

Average time spent in the node - Середній час перебування у вузлу.

Calculation of function A - Розрахунок функції A.

Calculation of the matrix of constants T - Обчислення матриці констант T.

Calculate the constants for the second and subsequent nodes - Розраховуємо константи для другого і наступних вузлів.

Calculation of the intensity of query processing in network nodes - Розрахунок інтенсивності обробки запитів у вузлах мережі.

Calculation of auxiliary coefficients - Розрахунок допоміжних коефіцієнтів.

Calculation of probabilities of receipt in the last node of applications – j - Розрахунок ймовірностей надходження в останньому вузлу заявок – j.

Determination of transmission coefficients - Визначення коефіцієнтів передачі.

Matrix of transfer coefficients - Матриця передаточних коефіцієнтів.

Number of nodes in the network - Кількість вузлів у мережі.

Transfer matrix - Передаточна матриця.

The number of packets circulating in the network - Кількість пакетів, які циркулюють в мережі.

The number of pipelines in each node - Кількість конвеєрів в кожному вузлу.

The intensity of the input stream - Інтенсивність вхідного потоку.

The average number of packets per node - Середня кількість пакетів в вузлах.

Packet processing time at the node - Час обробки пакета у вузлу.

## 2 Текст програми

**Maximum number of nodes in the network 10 (Nn = 9)**

Nn := 9

i := 0..Nn      j := 0..Nn

**Packet processing time at the node ti (edit here)**

$\tau_i :=$

10
1
1
10
1
1
10
10
10
10

$\tau =$

	0
0	10
1	1
2	1
3	10
4	1
5	1
6	10
7	10
8	10
9	10

10 - Switch or Router 100 Mb  
1 - Switch or Router 1000 Mb

Calculation of the intensity of request processing in network nodes

$$\mu_i := \frac{1}{\tau_i}$$

Transfer matrix

$\mu =$

	0
0	0.1
1	1
2	1
3	0.1
4	1
5	1
6	0.1
7	0.1
8	0.1
9	0.1

**Route (edit here)**

**matrix**    0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Pr :=

0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.15	0	0.15	0	0.4	0.3	0	0	0	0	0
0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1.0	0	0	0	0	0	0
0	0.3	0	0.4	0	0.3	0	0	0	0	0
0	0.3	0	0	0.3	0	0.3	0.1	0	0	0
0	0	0	0	0	0.4	0	0	0.3	0.3	0
0	0	0	0	0	1.0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.4	0
0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.4	0	0

$$\text{SumPr}_i := \sum_{j=0}^{Nn} \text{Pr}_{i,j}$$

SumPr =

	0
0	1
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1

Determination of transmission coefficients

$$P := P_r^T$$

$$P =$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0.3	0.3	0	0	0	0
2	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0
4	0	0.4	0	1	0	0.3	0	0	0	0
5	0	0.3	0	0	0.3	0	0.4	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.6	0.6
7	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.4
9	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.4	0

$$D :=$$

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$$P1 := P - D$$

$$P1 =$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-1	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	-1	1	0	0.3	0.3	0	0	0	0
2	0	0.15	-1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	-1	0.4	0	0	0	0	0
4	0	0.4	0	1	-1	0.3	0	0	0	0
5	0	0.3	0	0	0.3	-1	0.4	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0.3	-1	0	0.6	0.6
7	0	0	0	0	0	0.1	0	-1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0.3	0	-1	0.4
9	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.4	-1

$$j := 1..Nn \quad i := 0..Nn$$

$$P2_{(j-1),i} := P1_{0,i} + P1_{j,i}$$

$$P2 =$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	-0.85	1	0	0.3	0.3	0	0	0	0
1	-1	0.3	-1	0	0	0	0	0	0	0
2	-1	0.15	0	-1	0.4	0	0	0	0	0
3	-1	0.55	0	1	-1	0.3	0	0	0	0
4	-1	0.45	0	0	0.3	-1	0.4	1	0	0
5	-1	0.15	0	0	0	0.3	-1	0	0.6	0.6
6	-1	0.15	0	0	0	0.1	0	-1	0	0
7	-1	0.15	0	0	0	0	0.3	0	-1	0.4
8	-1	0.15	0	0	0	0	0.3	0	0.4	-1

$$j := 0..Nn - 1 \quad i := 0..Nn - 1 \quad PP2_{j,i} := P2_{j,i+1}$$

$$PP2 = \begin{pmatrix} -0.85 & 1 & 0 & 0.3 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.15 & 0 & -1 & 0.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.55 & 0 & 1 & -1 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.45 & 0 & 0 & 0.3 & -1 & 0.4 & 1 & 0 & 0 \\ 0.15 & 0 & 0 & 0 & 0.3 & -1 & 0 & 0.6 & 0.6 \\ 0.15 & 0 & 0 & 0 & 0.1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0.15 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.3 & 0 & -1 & 0.4 \\ 0.15 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.3 & 0 & 0.4 & -1 \end{pmatrix}$$

$$Q_{j,0} := P2_{j,0}$$

$$Q = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$E := \text{Isolve}(PP2, Q)$$

$$E = \begin{pmatrix} -6.667 \\ -1 \\ -3.259 \\ -8.148 \\ -7.407 \\ -5.556 \\ -0.741 \\ -2.778 \\ -2.778 \end{pmatrix}$$

Matrix of transfer coefficients  $Nn \times 1$  (manual input, First=1)

$$e := \begin{pmatrix} 1 \\ 0.3 \\ 0.2 \\ 0.333 \\ 0.3 \\ 0.3 \\ 0.111 \\ 0.111 \\ 0.15 \\ 0.15 \end{pmatrix}$$

The number of packets circulating in the network  $N$  (edit here)

$$N := 5$$

$$i := 0..Nn \quad j := 0..N-1$$

The number of pipelines in each node

$$m :=$$

1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1

$$m =$$

	0
0	1
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1

Calculation of function A

$$A_{i,j} := \begin{cases} j! & \text{if } m_i \geq N - 1 \\ 1 & \text{if } m_i = 1 \\ j! & \text{if } 1 < m_i < N - 1 \wedge j \leq m_i \\ m_i! \cdot (m_i)^{j-m_i} & \text{if } 1 < m_i < N - 1 \wedge j > m_i \end{cases}$$

A =

	0	1	2	3	4
0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1

$$X_i := \frac{e_i}{\mu_i}$$

X =

	0
0	10
1	0.3
2	0.2
3	3.33
4	0.3
5	0.3
6	1.11
7	1.11
8	1.5
9	1.5

Calculation of the matrix of constants T

$$T_{i,j} := \frac{(X_i)^j}{A_{i,j}} \quad T_{i,0} := 1$$

	0	1	2	3	4
0	1	10	100	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^4$
1	1	0.3	0.09	0.027	$8.1 \cdot 10^{-3}$
2	1	0.2	0.04	$8 \cdot 10^{-3}$	$1.6 \cdot 10^{-3}$
3	1	3.33	11.089	36.926	122.964
4	1	0.3	0.09	0.027	$8.1 \cdot 10^{-3}$
5	1	0.3	0.09	0.027	$8.1 \cdot 10^{-3}$
6	1	1.11	1.232	1.368	1.518
7	1	1.11	1.232	1.368	1.518
8	1	1.5	2.25	3.375	5.062
9	1	1.5	2.25	3.375	5.062

Calculate the constants for the second and subsequent nodes

$$i := 1..Nn \quad k := 0..N-1$$

$$G_{0,j} := T_{0,j}$$

$$G_{i,k} := \sum_{j=0}^k (T_{i,j} \cdot G_{i-1,k-j})$$

	0	1	2	3	4
0	1	10	100	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^4$
1	1	10.3	103.09	$1.031 \cdot 10^3$	$1.031 \cdot 10^4$
2	1	10.5	105.19	$1.052 \cdot 10^3$	$1.052 \cdot 10^4$
3	1	13.83	151.244	$1.556 \cdot 10^3$	$1.57 \cdot 10^4$
4	1	14.13	155.483	$1.602 \cdot 10^3$	$1.618 \cdot 10^4$
5	1	14.43	159.812	$1.65 \cdot 10^3$	$1.668 \cdot 10^4$
6	1	15.54	177.061	$1.847 \cdot 10^3$	$1.873 \cdot 10^4$
7	1	16.65	195.543	$2.064 \cdot 10^3$	$2.102 \cdot 10^4$
8	1	18.15	222.768	$2.398 \cdot 10^3$	$2.461 \cdot 10^4$
9	1	19.65	252.243	$2.776 \cdot 10^3$	$2.878 \cdot 10^4$

Calculation of probabilities of receipt in the last node of applications - j

$$B_{Nn,j} := \frac{T_{Nn,j}}{G_{Nn,N-1}} \cdot G_{Nn,N-1-j}$$

$$B_{Nn,0} := 1 - B_{Nn,1}$$



	0	1	2	3	4
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0.855	0.145	0.02	$2.305 \cdot 10^{-3}$	$1.759 \cdot 10^{-4}$

Calculation of auxiliary coefficients

$$G_n = \begin{pmatrix} 1 & 9.65 & 55.743 & 253.874 & 1.015 \times 10^3 \\ 1 & 19.35 & 246.348 & 2.701 \times 10^3 & 2.794 \times 10^4 \\ 1 & 19.45 & 248.313 & 2.726 \times 10^3 & 2.822 \times 10^4 \\ 1 & 16.32 & 186.808 & 1.936 \times 10^3 & 1.953 \times 10^4 \\ 1 & 19.35 & 246.348 & 2.701 \times 10^3 & 2.794 \times 10^4 \\ 1 & 19.35 & 246.348 & 2.701 \times 10^3 & 2.794 \times 10^4 \\ 1 & 18.54 & 230.431 & 2.496 \times 10^3 & 2.57 \times 10^4 \\ 1 & 18.54 & 230.431 & 2.496 \times 10^3 & 2.57 \times 10^4 \end{pmatrix}$$

$$G_{n,1,0} := 1$$

$$B_{i,j} := \frac{T_{i,j}}{G_{Nn,N-1}} G_{n,1,N-1-j}$$

B = ■

$$i := 0..Nn$$

$$j := 0..N -$$

$$\text{SumB}_i := \sum_j B_{i,j}$$

$$\text{SumB} =$$

	0
0	1
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1.022

$$\lambda_i := e_i \cdot \frac{G_{Nn-1, N-2}}{G_{Nn, N-1}}$$

$$L_i := \sum_{n=0}^{N-1} (n \cdot B_{i,n})$$

The intensity of the input stream

The average number of packets per node

$$\lambda =$$

	0
0	0.083
1	0.025
2	0.017
3	0.028
4	0.025
5	0.025
6	9.249 · 10 <sup>-3</sup>
7	9.249 · 10 <sup>-3</sup>
8	0.012
9	0.012

$$L =$$

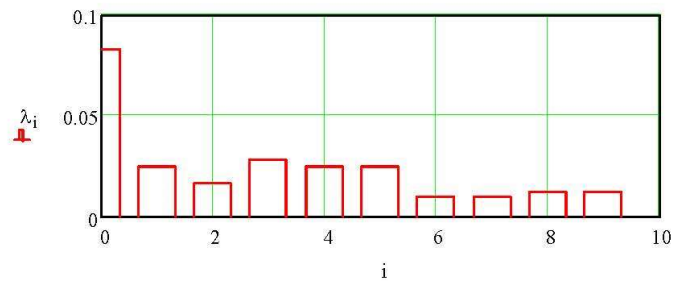
	0
0	2.872
1	0.03
2	0.02
3	0.448
4	0.03
5	0.03
6	0.119
7	0.119
8	0.167
9	0.192

$$t_i := \frac{L_i}{\lambda_i}$$

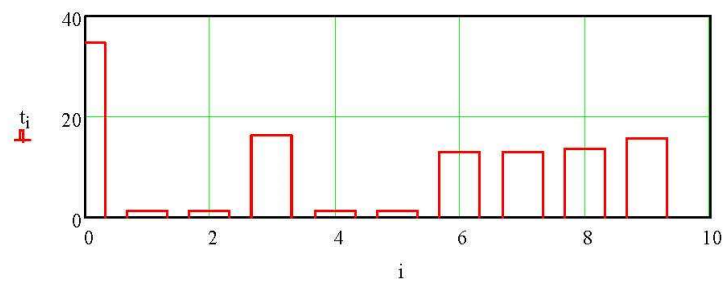
Average time spent in the node

$$t =$$

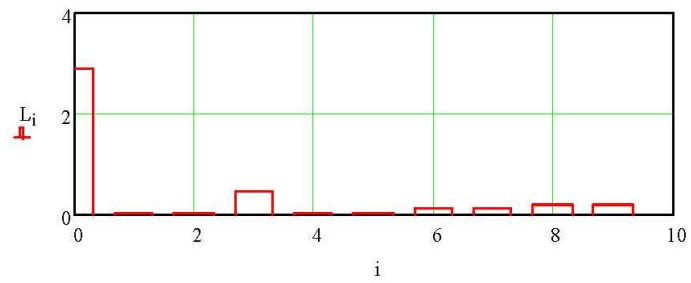
	0
0	34.462
1	1.19
2	1.179
3	16.143
4	1.19
5	1.19
6	12.852
7	12.852
8	13.354
9	15.343



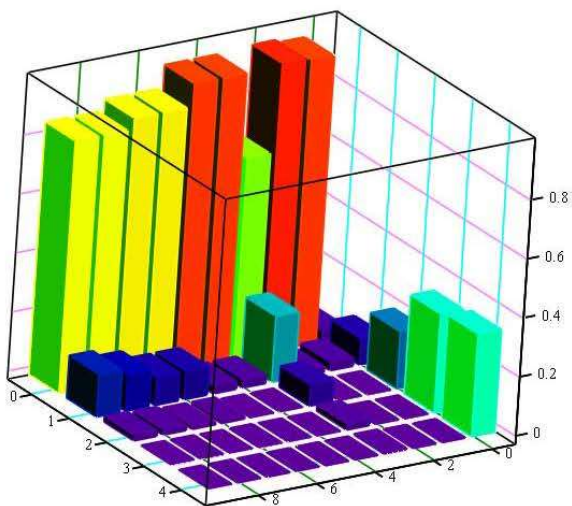
The intensity of the flow entering the node



The average residence time of a packet in a node

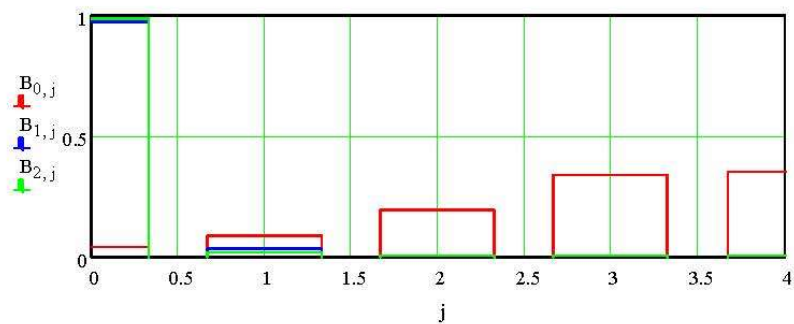


The average number of packets in a node



B

The probability of queuing at network nodes



The probability of queuing at nodes if the specified number of packets is circulating in the network