

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

Факультет інформаційних технологій
(факультет)

Кафедра системного аналізу та управління
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

Здобувача вищої освіти Лукашевич Дарина Олександрівна
академічної групи 124-21-1

спеціальності 124 Системний аналіз

за освітньо-професійною програмою Системний аналіз

на тему: «Системний аналіз та оптимізація роботи підприємства в сфері охорони здоров'я»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<i>к.т.н., доц. Станіна О.Д.</i>			
розділів:				
Інформаційно- аналітичний	<i>к.т.н., доц. Станіна О.Д.</i>			
Спеціальний розділ	<i>к.т.н., доц. Станіна О.Д.</i>			
Рецензент				
Нормоконтролер	<i>к.ф.-м.н., доц. Хом'як Т.В.</i>			

Дніпро
2025

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Системного аналізу та управління
(повна назва)

_____ к.т.н., доц. Желдак Т.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

здобувачу вищої освіти Лукашевич Д. О. академічної групи 124- 21-1
спеціальності: 124 Системний аналіз
за освітньо-професійною програмою Системний аналіз
на тему «Системний аналіз та оптимізація роботи підприємства в сфері охорони здоров'я»
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 05.05.2025
р. №336-с

Розділ	Зміст	Терміни виконання
1. Інформаційно-аналітичний розділ	<i>Проаналізувати структуру об'єкта дослідження. Визначити предметну область дослідження та проблему, що розв'язується. Обґрунтувати методи виконання поставлених завдань</i>	09.09.2024 – 01.03.2025
2. Спеціальний розділ	<i>Розв'язати поставлені задачі: Провести комплексний аналіз ефективності функціонування систем масового обслуговування в умовах стоматологічної клініки та здійснити вибір оптимального кандидата на посаду лікаря-стоматолога з використанням методів багатокритеріального оцінювання.</i>	01.03.2025 – 30.05.2025

Завдання видано _____ доц. Станіна О.Д.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дата видачі: 09.09.2024 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії: _____

Прийнято до виконання _____ Лукашевич Д. О.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 68 с., 19 табл., 5 рис., 3 додатки, 19 джерел.

Об'єкт дослідження – діяльність стоматологічної клініки як складової сфери охорони здоров'я.

Предмет дослідження – процес управління діяльністю стоматологічної клініки із застосуванням методів та інструментів системного аналізу.

Мета роботи – розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації управління стоматологічною клінікою з використанням методів системного аналізу та прийняття управлінських рішень.

Методи дослідження: аналіз і синтез; SWOT-аналіз; метод аналізу ієрархій; методи теорії масового обслуговування; порівняльний аналіз.

Робота включає в себе два розділи. В *інформаційно-аналітичному розділі* описано об'єкт дослідження та його проблематику, виконано SWOT-аналіз діяльності стоматологічної клініки, а також обґрунтовано обрані методи розв'язання поставленої задачі.

У *спеціальному розділі* виконано моделювання систем масового обслуговування в стоматологічній клініці, проведено аналіз ефективності роботи за різних параметрів та кількості лікарів, а також здійснено відбір кандидатів на посаду лікаря-стоматолога з використанням методів багатокритеріального оцінювання.

Практична цінність роботи полягає у розробці рекомендацій для вдосконалення управління стоматологічними клініками. Запропоновані підходи сприяють підвищенню ефективності, оптимізації ресурсів і можуть бути адаптовані для інших закладах охорони здоров'я.

Ключові слова: МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ, ОПТИМІЗАЦІЯ, СИСТЕМА МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ, SWOT АНАЛІЗ.

ABSTRACT

Explanatory note: 68 p., 19 tables, 5 figures, 3 appendices, 19 sources.

The object of research – the activity of a dental clinic as a component of the healthcare sector.

The subject of research – the management process of a dental clinic using methods and tools of systems analysis.

Purpose of the work – to develop scientifically grounded recommendations for optimizing the management of a dental clinic using systems analysis methods and decision-making techniques.

Research methods: analysis and synthesis; SWOT analysis; Analytic Hierarchy Process; methods of queuing theory; comparative analysis.

The work consists of two chapters. The informational and analytical section describes the object of the study and its problems, conducts a SWOT analysis of the dental clinic's activities, and justifies the selected methods for solving the stated problem.

The special section models queuing systems in the dental clinic, analyzes work efficiency under various parameters and numbers of doctors, and performs the selection of candidates for the position of dentist using multi-criteria evaluation methods.

The practical value of the work lies in the development of recommendations for improving the management of dental clinics. The proposed approaches contribute to increased efficiency, resource optimization, and can be adapted for use in other healthcare institutions.

Keywords: ANALYTIC HIERARCHY PROCESS, OPTIMIZATION, QUEUING SYSTEM, SYSTEMS ANALYSIS, SWOT ANALYSIS.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1	8
АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Діяльність, структура та ресурсне забезпечення клініки	8
1.1.1 Комплексна характеристика діяльності стоматологічної клініки... 8	
1.1.2 Комплексна характеристика послуг та організації роботи стоматологічної клініки.....	11
1.2 SWOT-аналіз і стратегічні напрями розвитку стоматологічної клініки	14
1.2.1 SWOT-аналіз.....	14
1.2.2 Потенціал стоматологічної клініки	17
1.3 Теоретичні відомості про використані методи	19
1.3.1 Метод аналізу ієрархій (МАІ).....	20
1.3.2 Системи масового обслуговування	24
1.4 Комплексна постановка задач і вибір методів дослідження	26
1.5 Висновки до розділу 1	27
РОЗДІЛ 2	29
СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	29
2.1 Аналіз ефективності систем масового обслуговування.....	29
2.2 Аналіз перспектив розвитку підприємства	44
2.3 Вибір оптимального кандидата на посаду лікаря-стоматолога з використанням МАІ.....	48
2.4 Висновки до розділу 2	56
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
ДОДАТОК А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	63
ДОДАТОК Б Відгук.....	64
ДОДАТОК В Тези з конференцій.....	65

ВСТУП

Актуальність теми. Сфера охорони здоров'я є однією з ключових для соціально-економічного розвитку держави та забезпечення добробуту населення. З огляду на стрімкий розвиток медичних технологій, зростання вимог до якості медичних послуг та посилення конкуренції на ринку, особливої ваги набуває питання ефективного функціонування закладів охорони здоров'я. Стоматологічні клініки, як складова цієї системи, відіграють важливу роль у підтриманні здоров'я населення, що вимагає впровадження сучасних управлінських підходів для підвищення якості обслуговування та оптимізації внутрішніх процесів.

Особливої актуальності тема набуває в умовах українських реалій, де серед основних викликів залишається забезпечення доступності та якості стоматологічної допомоги для широких верств населення. Це, у свою чергу, потребує удосконалення управлінських рішень, раціонального використання ресурсів та впровадження інноваційних методів організації діяльності клінік.

Зважаючи на вищезазначене, актуальність теми полягає у необхідності застосування системного аналізу та методів оптимізації для удосконалення організації діяльності стоматологічних закладів. В умовах швидких змін у технологіях лікування та обслуговування пацієнтів, зростаючих вимог до якості менеджменту та сервісу, а також конкуренції між медичними установами, особливої уваги потребують науково обґрунтовані підходи до управління ресурсами та процесами.

Об'єкт дослідження – діяльність стоматологічної клініки як складової сфери охорони здоров'я..

Предмет дослідження – процес управління діяльністю стоматологічної клініки із застосуванням методів та інструментів системного аналізу.

Мета роботи – розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації управління стоматологічною клінікою з використанням методів системного аналізу та прийняття управлінських рішень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні *задачі*:

- проаналізувати основні аспекти діяльності стоматологічної клініки;
- здійснити SWOT-аналіз для виявлення сильних і слабких сторін, а також стратегічних напрямів її розвитку;
- дослідити оптимальні параметри системи масового обслуговування (СМО) з метою зменшення часу очікування пацієнтів;
- обґрунтувати вибір кандидатів на посаду лікаря-стоматолога з використанням методу аналізу ієрархій (МАІ).

Методи дослідження: аналіз і синтез – для вивчення діяльності підприємства; SWOT-аналіз – для визначення стратегічних напрямів розвитку; метод аналізу ієрархій – для прийняття рішень у процесі відбору персоналу; методи теорії масового обслуговування – для оптимізації процесу обслуговування пацієнтів; порівняльний аналіз – для оцінки альтернатив.

Практична цінність роботи полягає у розробці конкретних рекомендацій щодо вдосконалення управлінських процесів у стоматологічних клініках. Результати дослідження можуть бути використані для підвищення ефективності функціонування закладів, оптимізації використання ресурсів та покращення якості надання медичних послуг. Запропоновані методичні підходи мають потенціал для адаптації та застосування в інших установах охорони здоров'я з метою підвищення їх здатності до ефективного функціонування в умовах динамічного зовнішнього середовища..

Отримані наукові результати відображено у публікації [1]. Апробація результатів кваліфікаційної роботи здійснена на II (VIII) Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Інформаційні технології: теорія і практика» (2 – 4 квітня 2025 р., м. Запоріжжя – Харків – Дніпро, Україна).

Випускна кваліфікаційна робота бакалавра включає наступні частини: вступ, два розділи, висновки, список використаних джерел та додатки.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Діяльність, структура та ресурсне забезпечення клініки

1.1.1 Комплексна характеристика діяльності стоматологічної клініки

Стоматологічна клініка, що розглядається у роботі, надає широкий спектр послуг для дорослих пацієнтів. Серед основних напрямків діяльності клініки слід виокремити профілактику, діагностику, лікування ротової порожнини та зубів, а також протезування зубів.

Основні послуги, що надаються клінікою, включають лікування зубів і охоплюють широкий спектр процедур, таких як пломбування, лікування карієсу, ендодонтичне лікування, видалення зубів, а також терапія захворювань ясен. Клініка також пропонує профілактичні заходи, включаючи професійну чистку зубів, фторування і герметизацію фісур для попередження розвитку карієсу. Крім того, надаються послуги з ортопедичної та косметичної стоматології. Основний акцент в роботі клініки робиться на забезпеченні високої якості обслуговування пацієнтів, що досягається завдяки використанню сучасних методів діагностики і лікування, а також застосуванню високоякісних матеріалів і новітнього обладнання.

Стоматологічна клініка обладнана сучасними діагностичними та лікувальними засобами, що забезпечують проведення повного спектра стоматологічних процедур на високому професійному рівні. Надання медичних послуг здійснюється досвідченими лікарями-стоматологами, які мають багаторічну практику та високу кваліфікацію. Велику увагу клініка приділяє дотриманню санітарно-гігієнічних норм та вимог безпеки: забезпечується належна стерильність інструментів, чистота робочих зон і використання одноразових матеріалів. Такий підхід сприяє не лише якісному

лікуванню, але й ефективній профілактиці стоматологічних захворювань, що в цілому позитивно впливає на стан здоров'я ротової порожнини пацієнтів.

У клініці працюють три лікарі-стоматологи і три медичні сестри, які виконують визначені функціональні обов'язки. Такий розподіл праці дозволяє ефективно організувати робочі процеси, забезпечити безперервність обслуговування пацієнтів та підвищити загальну результативність діяльності закладу.

Основними функціями лікаря-стоматолога є проведення діагностики, лікування та профілактики стоматологічних захворювань. У повсякденній роботі зазвичай виконуються такі завдання, як консультування пацієнтів, профілактичні заходи, діагностика та лікування стоматологічних захворювань. Крім того, лікар займається ендодонтичними процедурами, зокрема лікуванням кореневих каналів, видаленням зубів, встановленням пломб та іншими відновлювальними маніпуляціями [2]. Його високий професійний рівень та багаторічний досвід є критично важливими для забезпечення високої якості медичних послуг та збереження доброї репутації стоматологічної клініки. Володіння сучасними методами діагностики та лікування, а також знання новітніх тенденцій у стоматології дозволяють стоматологу надавати пацієнтам найкращий можливий догляд.

Медсестра виконує широкий спектр завдань, що включають асистування лікарю під час процедур, підготовку інструментів та матеріалів, дезінфекцію робочого місця та обладнання. Її роль є важливою для забезпечення безперервного функціонування клініки, що включає підтримку стерильності та гігієни на робочому місці, що є критично важливим для запобігання інфекціям та ускладненням.

Злагоджена взаємодія досвідчених лікарів-стоматологів та медсестер дозволяє успішно вирішувати різноманітні завдання, покращувати рівень обслуговування пацієнтів і сприяти розвитку закладу. Кожен член команди виконує важливу роль, що сприяє досягненню спільної мети – здоров'я пацієнтів. Завдяки добре організованій структурі та чіткому розподілу

обов'язків, стоматологічна клініка здатна забезпечувати пацієнтів високоякісними медичними послугами, що відповідають найвищим стандартам сучасної стоматології.

Стоматологічна клініка стабільно фіксує зростання попиту на свої послуги, що зумовлено кількома важливими чинниками. По-перше, висока якість обслуговування, яка забезпечується високим професіоналізмом лікарів і використанням сучасного обладнання, створює довіру пацієнтів. По-друге, індивідуальний підхід до кожного клієнта та широкий спектр стоматологічних процедур роблять цей заклад привабливим для різних категорій пацієнтів. Це призводить до стабільного збільшення кількості пацієнтів, які записуються на прийом.

Стійкий попит на послуги стоматологічної клініки підтримується декількома важливими чинниками. Зростаючий інтерес населення до здоров'я ротової порожнини сприяє збільшенню кількості пацієнтів, які звертаються для профілактичних оглядів та лікування. Високо кваліфікований медичний персонал, використання передового обладнання та якісних матеріалів сприяють формуванню позитивного іміджу закладу, що залучає нових клієнтів і підтримує стабільний попит на послуги. Крім того, комфортні умови обслуговування та індивідуальний підхід до кожного клієнта сприяють збереженню лояльної клієнтської бази.

Економічні показники роботи підприємства свідчать про позитивну динаміку фінансових результатів. У таблиці 1.1 наведено прибуток стоматологічної клініки за 2021, 2022, 2023 та 2024 роки. Аналіз цих даних показує стабільне зростання прибутку протягом останніх років, що свідчить про підвищення попиту на послуги клініки та ефективність її діяльності.

Таблиця 1.1

Прибуток стоматологічної клініки

Рік	2021	2022	2023	2024
Прибуток	4,2 млн грн	4,37 млн грн	4,6 млн грн	4,92 млн грн

Дослідження економічних показників стоматологічного підприємства виявило поступове зростання фінансових результатів, що відображає стабільну тенденцію збільшення попиту на послуги цього закладу. Це також підтверджує доцільність інвестування в технологічний розвиток [3] і вдосконалення процесів обслуговування. Високий рівень клієнтської популярності та стабільність фінансових результатів свідчать про стратегічну важливість розширення штату та вдосконалення інфраструктури для підтримки подальшого зростання компанії в конкурентному середовищі. Такі заходи дозволять забезпечити сталий розвиток підприємства у вибраній сфері діяльності та зберегти його конкурентоспроможність на ринку стоматологічних послуг.

1.1.2 Комплексна характеристика послуг та організації роботи стоматологічної клініки

Стоматологічна клініка надає широкий спектр медичних послуг, орієнтованих на профілактику, діагностику, лікування та естетичне вдосконалення стану ротової порожнини. Основу її діяльності становить комплексний підхід до обслуговування пацієнтів, що передбачає індивідуальний підбір методик відповідно до клінічної ситуації, високий рівень професіоналізму персоналу та активне впровадження новітніх технологій.

Клініка приділяє велику увагу використанню сучасного обладнання, якісних матеріалів та постійному підвищенню кваліфікації медичного персоналу. Це дозволяє забезпечити високий рівень діагностики та лікування, а також гарантує ефективність та безпеку медичних послуг.

Основні напрями діяльності клініки включають:

Профілактику та діагностику, що мають ключове значення для збереження здоров'я зубів і ясен. До цього напрямку належать регулярні

огляди, консультації, фторування та герметизація фісур, які сприяють запобіганню розвитку карієсу та інших стоматологічних захворювань;

Терапевтичне лікування, зосереджене на усуненні карієсу, пульпіту, періодонтиту та інших захворювань. Також включає реставрацію зубів з відновленням їхньої функціональності та естетики;

Естетичну стоматологію, яка передбачає процедури відбілювання, встановлення вінірів та корекцію форми зубів, спрямовані на покращення зовнішнього вигляду усмішки;

Ортодонтію, що займається корекцією прикусу шляхом встановлення брекет-систем і ортодонтичних кап;

Пародонтологію, яка включає лікування захворювань ясен, зокрема глибоку чистку, місцеву терапію та інші заходи, спрямовані на збереження здоров'я пародонту;

Протезування, що забезпечує відновлення зубного ряду за допомогою знімних та незнімних ортопедичних конструкцій — коронок, мостів, протезів тощо.

На рисунку 1.1 зображено перелік стоматологічних послуг, що надаються клінікою, з розподілом за основними напрямками профілактики та лікування.

Кадровий склад клініки налічує трьох лікарів-стоматологів та трьох медичних сестер. Такий штат дозволяє ефективно організувати робочі процеси, забезпечити безперервність обслуговування та підтримку високих стандартів якості медичної допомоги.

Обов'язки між лікарями розподілені відповідно до їхньої спеціалізації:

Лікар-стоматолог терапевт здійснює лікування карієсу, пульпіту, періодонтиту, проводить профілактичні огляди, фторування, герметизацію фісур, глибоке чищення, лікування ясен і реставрацію зубів;



Рисунок 1.1 – Перелік стоматологічних послуг, що надаються в клініці

Лікар-стоматолог ортопед відповідає за встановлення знімних та незнімних протезів, зокрема коронок і мостів, а також консультиує пацієнтів щодо вибору ортопедичних конструкцій;

Лікар-стоматолог з ортодонції та естетичної стоматології виконує корекцію положення зубів за допомогою брекет-систем і кап, а також проводить естетичні процедури — відбілювання, встановлення вінірів та зміну форми зубів.

Медичні сестри асистують лікарям під час процедур, готують інструменти та матеріали, забезпечують дезінфекцію робочого місця та дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Їхня діяльність є критично важливою для безперервного функціонування клініки, попередження інфекцій та забезпечення безпеки пацієнтів.

Злагоджена взаємодія лікарів та медсестер дозволяє ефективно вирішувати широкий спектр клінічних завдань, покращувати якість обслуговування та сприяти сталому розвитку закладу.

Сучасне технічне оснащення — невід’ємна складова успішної діяльності клініки. Зокрема, використовуються стоматологічні установки DIPLOMAT DENTAL, які є ергономічними, функціональними та безпечними [4]. Вони забезпечують можливість адаптації до різних клінічних потреб, що дозволяє лікарям ефективно виконувати процедури на високому професійному рівні.

Таким чином, якісне медичне обслуговування у стоматологічній клініці досягається завдяки комбінації професійної команди, сучасного обладнання, індивідуального підходу до кожного пацієнта та широкого спектра послуг. Це створює передумови для високого рівня задоволеності клієнтів, зміцнення репутації закладу та підтримки конкурентоспроможності на ринку стоматологічних послуг.

1.2 SWOT-аналіз і стратегічні напрями розвитку стоматологічної клініки

1.2.1 SWOT-аналіз

SWOT-аналіз – це потужний інструмент бізнес-планування, що широко застосовується для формування стратегій. Цей метод дозволяє аналізувати внутрішні (переваги та недоліки) та зовнішні чинники (перспективи та ризику), які можуть мати вплив на функціонування організації [5].

SWOT-аналіз дозволяє поглянути на бізнес з стратегічної перспективи, визначити, як максимально використати наявні можливості, використовуючи сильні сторони, а також як зменшити вплив загроз і подолати слабкі місця [6].

SWOT розшифровується як:

- сильні сторони (Strengths) – переваги, які має підприємство;
- слабкі сторони (Weaknesses) – недоліки підприємства;
- можливості (Opportunities) — зовнішні фактори, використання яких може принести додаткові вигоди для підприємства на ринку;

- загрози (Threats) – чинники, що можуть негативно вплинути на позиції підприємства на ринку.

SWOT-аналіз як інструмент оцінки середовища, в якому працює підприємство, складається з двох частин. Перша частина аналізує зовнішні можливості та загрози, що можуть виникнути зараз або в майбутньому, і допомагає визначити стратегічні варіанти. Друга частина фокусується на внутрішніх сильних та слабких сторонах підприємства для оцінки його потенціалу. Завдяки цьому SWOT-аналіз дає комплексну оцінку середовища функціонування підприємства. Цей підхід дозволяє підприємству не лише адаптуватися до змін, а й використовувати їх як інструмент зростання. SWOT-аналіз також сприяє ефективному розподілу ресурсів відповідно до виявлених пріоритетів.

Проведення SWOT-аналізу передбачає заповнення матриці, де визначаються сильні та слабкі сторони підприємства, а також ринкові можливості та загрози. Сильні сторони – це досягнення й риси, що виділяють підприємство серед конкурентів. Слабкі сторони – недоліки або відсутність важливих елементів для ефективної роботи. Ринкові можливості – це умови, які можна використати для посилення позицій. Ринкові загрози – зовнішні фактори, що можуть зашкодити діяльності підприємства [7].

Для стоматологічної клініки, яка працює в умовах сучасного ринку медичних послуг, аналіз SWOT дає змогу виявити ключові переваги та проблеми, а також розробити стратегії для подолання потенційних труднощів. Завдяки детальному розгляду кожної з категорій цього аналізу можна прийняти обґрунтовані рішення щодо оптимізації роботи та стратегії розвитку підприємства. Таким чином, SWOT-аналіз стає основою для формування довгострокової конкурентної стратегії та підвищення стійкості клініки до зовнішніх викликів.

У таблиці 1.2 представлені результати SWOT-аналізу стоматологічної клініки:

Таблиця 1.2

SWOT-аналіз діяльності стоматологічної клініки

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> • Надаються основні стоматологічні послуги • Сучасне та якісне обладнання • Кваліфікований медичний персонал • Оптимальне співвідношення ціни та якості • Вигідне розташування • Наявність постійних клієнтів 	<ul style="list-style-type: none"> • Відсутність вебсайту та цифрових сервісів • Недостатня кількість лікарів • Відсутність онлайн-запису • Обмежений перелік послуг
Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> • Залучення додаткових фахівців • Запуск реклами в соцмережах • Впровадження сучасних методів лікування • Розширення спектру послуг • Високий попит на послуги • Підвищення кваліфікації працівників • Низький рівень конкуренції поблизу 	<ul style="list-style-type: none"> • Економічна нестабільність • Дефіцит кваліфікованих кадрів • Посилення регуляторних вимог • Вплив війни на бізнес • Зниження платоспроможності населення • Конкуренція з іншими клініками

Результати проведеного SWOT-аналізу свідчать про наявність суттєвих конкурентних переваг стоматологічної клініки, серед яких – сучасне обладнання, досвідчені фахівці та сприятливе розташування. Водночас виявлено кілька обмежень, зокрема нестачу персоналу та відсутність ефективних інструментів просування, що стримують розвиток. Крім того, слабкі сторони можуть ускладнювати впровадження нових послуг або технологій, знижуючи гнучкість реагування на зміни ринку. Їх своєчасне усунення є ключовою умовою для збереження конкурентних позицій.

Урахування наявних можливостей, таких як підвищений попит на послуги та відсутність серйозної конкуренції в районі, дає перспективи для

зростання бізнесу. Однак зовнішні загрози, зокрема економічна нестабільність, посилення регуляторних вимог і зниження платоспроможності населення, можуть вплинути на стабільність прибутку.

Таким чином, для подальшого розвитку стоматологічної клініки необхідно зосередитися на розширенні штату та вдосконаленні маркетингових стратегій. Це дозволить максимально використати потенціал існуючих можливостей і зменшити негативний вплив зовнішніх загроз. У цьому контексті особливо важливо впровадження інноваційних підходів, які допоможуть підвищити конкурентоспроможність на ринку. Водночас, необхідно звернути увагу на вдосконалення внутрішніх процесів та оптимізацію використання ресурсів, що сприятиме стабільному розвитку на найближчі роки.

1.2.2 Потенціал стоматологічної клініки

Стоматологічна клініка демонструє вагомий потенціал для майбутнього зростання та розвитку, що базується на впровадженні інноваційних технологій, розширеному спектрі послуг, ефективному маркетингу та постійному підвищенні кваліфікації персоналу. Цей фактор є критичним для забезпечення високої якості обслуговування послуг, задоволення їхніх різноманітних потреб та зміцнення конкурентних позицій на ринку. Запровадження сучасних методів діагностики й лікування, розширення можливостей клініки та налагодження співпраці з іншими медичними закладами сприяють сталому розвитку в довгостроковій перспективі.

Перспективи розвитку стоматологічної клініки можуть включати кілька ключових напрямків:

- 1) Розширення масштабу діяльності: Набір додаткового персоналу, зокрема лікарів та медичних сестер, дозволить обслуговувати більше пацієнтів та зменшити час очікування. Збільшення площі клініки або

переїзд у нове, більш просторе приміщення сприятиме комфортнішому обслуговуванню пацієнтів та розміщенню додаткового обладнання, що дозволить значно розширити можливості надання медичних послуг.

- 2) Розширення спектру послуг: Впровадження нових стоматологічних послуг допоможе привабити більше клієнтів і підвищити прибуток. Розширення асортименту послуг може надати можливість задовольнити різноманітні потреби пацієнтів та забезпечити комплексний підхід до їх лікування.
- 3) Маркетинг та реклама: Активне використання інтернет-маркетингу, створення професійного вебсайту, присутність у соціальних мережах, а також проведення цільових рекламних кампаній сприятимуть підвищенню обізнаності про клініку серед потенційних клієнтів.
- 4) Впровадження сучасних технологій: Використання новітнього обладнання та матеріалів, а також впровадження цифрових технологій для діагностики та лікування, сприятиме підвищенню якості обслуговування пацієнтів та підвищенню ефективності роботи.
- 5) Підвищення кваліфікації персоналу: Регулярне підвищення кваліфікації лікарів та медичного персоналу забезпечить високий рівень професіоналізму та конкурентоспроможність на ринку. Участь у наукових конференціях, семінарах та майстер-класах сприятиме впровадженню нових методик та технологій у практичну діяльність клініки.
- 6) Інтеграція з іншими медичними закладами: Співпраця з іншими медичними установами для комплексного обслуговування пацієнтів може стати додатковим джерелом клієнтів. Розвиток партнерських відносин з лікарнями, поліклініками та іншими медичними закладами дозволить створити інтегровану мережу надання медичних послуг.
- 7) Покращення обслуговування клієнтів: Впровадження CRM-системи для управління записами, нагадуваннями про прийом і збором відгуків

сприятиме підвищенню задоволеності пацієнтів. Система спрощує управління та сприяє індивідуальному підходу до кожного пацієнта.

Майбутній розвиток стоматологічної клініки виглядає багатообіцяючим. Зосередження на розширений спектр послуг, інтеграція новітніх технологій, активний маркетинг та постійно покращені умови роботи створюють сприятливі умови для тривалого зростання. Важливим чинником успіху також є здатність адаптуватися до змін зовнішнього середовища шляхом гнучкого управління та впровадження сучасних управлінських підходів. Завдяки комплексному підходу до розвитку клініка може значно підвищити якість обслуговування послуг, задоволеність клієнтів та зміцнити свої конкурентні позиції на ринку. Інвестування в професійний розвиток персоналу та розширення сфери діяльності створює нові можливості для зростання та зміцнення позицій підприємства, сприяє стабільному зростанню та дозволяє досягти лідерських позицій у галузі. Отже, стоматологічна клініка володіє всіма необхідними умовами для підвищення ефективності своєї діяльності та досягнення стабільного зростання в перспективі

1.3 Теоретичні відомості про використані методи

Для аналізу і оптимізації діяльності клініки можна використовувати різні теоретичні методи аналізу, які дозволяють об'єктивно оцінити ефективність роботи та знайти шляхи її оптимізації. Ці методи дають змогу виявити основні проблеми та недоліки, а також визначити потенційні можливості для вдосконалення.

До таких методів належать SWOT-аналіз, метод аналізу ієрархій (MAI) та системи масового обслуговування (СМО). Кожен із цих методів має свої особливості та переваги, що дозволяють детально проаналізувати різні аспекти діяльності клініки.

1.3.1 Метод аналізу ієрархій (МАІ)

Метод аналізу ієрархій (МАІ) є структурованим підходом для організації та аналізу складних рішень [8], який базується на математичних і психологічних принципах. Його можна застосовувати як для індивідуального, так і для колективного прийняття рішень. Розроблений у 1970-х роках Томасом Л. Сааті, метод був доповнений програмним забезпеченням Expert Choice, створеним у 1983 році спільно з Ернестом Форманом. МАІ дозволяє кількісно оцінювати вагу критеріїв, важливих для прийняття рішень, використовуючи парні порівняння, засновані на досвіді експертів. Респонденти порівнюють відносну важливість двох пунктів за спеціально розробленою анкетною, де значення варіюються від 1 до 9 [9].

Основою методу є структуризація процесу прийняття рішень через багаторівневу ієрархію. Ієрархія є абстракцією структури системи, що сприяє глибшому розумінню функціональних взаємодій між її елементами та їхнього впливу на загальний результат. Ця абстракція може бути представлена в різних формах, але завжди передбачає рух від найвищого рівня (загальної мети) до підцілей, далі до факторів, що на них впливають, до осіб, які з ними взаємодіють, до їхніх особистих цілей, стратегій і, зрештою, до результатів цих стратегій [10].

Для вирішення більш складних проблем, які не можуть бути зведені до 3-4 рівневих структур, можливе подальше їх декомпозивання за ієрархією. На вершині ієрархії встановлюється один елемент – фокус, що формулює досліджувану проблему. На другому (не обов'язковому) рівні враховуються різні економічні, політичні та соціальні сили, що мають вплив на результат. Третій рівень охоплює акторів, які реально впливають на ситуацію, маніпулюючи цими силами. Четвертий рівень складається з переслідуваних цілей кожного актора.

У методі аналізу ієрархій (МАІ) елементи задачі порівнюються попарно за їхньою дією (вагою або інтенсивністю) стосовно спільної характеристики,

що дозволяє визначити їх відносну значущість і пріоритетність у загальній системі. Отримані парні порівняння формують числовий масив, який представлений у вигляді матриці. Порівнюючи складові проблеми між собою, створюється квадратна матриця, яка є зворотно симетричною, тобто $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$

Нехай A_1, A_2, \dots, A_n – множина з n елементів і w_1, w_2, \dots, w_n – відповідно їх пріоритети (інтенсивності). Метод аналізу ієрархій дає змогу оцінювати пріоритетність або інтенсивність кожного елементу порівняно з іншими елементами в межах загальної характеристики чи мети. Порівняння пріоритетів можна виразити через матрицю, яка може мати форму одного рядка або стовпця, відомого як вектор.

Оскільки значення w_1, w_2, \dots, w_n заздалегідь невідомі, парні порівняння елементів здійснюються на основі суб'єктивних оцінок, які потім чисельно визначаються за допомогою шкали (див. табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Шкала відносної важливості

Значення	Відносна важливість
1	Рівна важливість
3	Помірна перевага одного над іншим
5	Істотна перевага одного над іншим
7	Значна перевага одного над іншим
9	Дуже сильна перевага одного над іншим
2, 4, 6, 8	Відповідні проміжні значення

При заповненні матриці необхідно керуватися такими правилами:

Правило 1: якщо $a_{ij} = \alpha$, то $a_{ji} = \frac{1}{\alpha}$

Правило 2: якщо думки такі, що A_i має однакову з A_j відносну важливість, то $a_{ij} = a_{ji} = 1$, зокрема $a_{ii} = 1$ для всіх i .

Правило 3: всі вічка матриці заповнюються значеннями однієї і тієї ж шкали.

Після заповнення матриць парних порівнянь критеріїв, у процесі подальшої математичної обробки формуються вектори пріоритетів, які відображають відносну важливість, значущість або перевагу кожного елемента. Головний власний вектор такої матриці є нормалізованим вектором пріоритетів і підлягає обчисленню для кожної матриці.

Основні методи обчислення нормалізованого вектора пріоритетів:

- 1) Скласти елементи кожного рядка, а потім поділити кожен суму на загальну суму всіх елементів матриці. Отримані значення нормалізуються так, щоб їх сума дорівнювала одиниці. Порядок у векторі відповідає порядку об'єктів.
- 2) Знайти суму по кожному стовпцю, обчислити обернені значення цих сум, нормалізувати їх шляхом ділення кожної величини на загальну суму всіх обернених значень.
- 3) Поділити кожен елемент матриці на суму елементів свого стовпця, потім для кожного рядка обчислити середнє арифметичне отриманих значень.
- 4) Піднести матрицю до довільно великого ступеня, знайти суму елементів у кожному рядку отриманої матриці та провести нормалізацію. Цей метод забезпечує високу точність, але є складним без застосування комп'ютера.
- 5) Обчислити добуток елементів кожного рядка та витягти корінь n-го степеня (де n — кількість елементів), після чого нормалізувати отримані значення.

На практиці найчастіше використовується п'ятий метод як оптимальне поєднання точності та зручності. Розглянемо його. Дано матрицю $A(n, n)$.

- 1) Обчислюється компонента власного вектора i -го рядка обчислюється за формулою: $b_i = \sqrt[n]{a_{i1} * a_{i2} * \dots * a_{in}}$.
- 2) Проводиться нормалізація. Для цього обчислюється сума компонент власного вектора $\sum_{i=1}^n b_i$. Потім кожен елемент b_i ділиться на знайдену суму. Таким чином, буде отримано нормалізований власний вектор: $\bar{X} =$

$$\left(\frac{b_1}{\sum_{i=1}^n b_i}; \frac{b_2}{\sum_{i=1}^n b_i}; \dots; \frac{b_n}{\sum_{i=1}^n b_i} \right)$$

Для отримання достовірних результатів у МАІ рекомендується перевіряти узгодженість заповнених матриць. Під узгодженістю мається на увазі числова узгодженість і транзитивність. Оскільки досягти ідеальної узгодженості в реальних умовах складно, необхідно оцінювати рівень погодженості суджень. Якщо відхилення перевищують допустимі межі, потрібно переглянути судження.

Обчислення індексу узгодженості (ІУ):

1. Розраховується $\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n b_i * x_i$.
2. Обчислюється індекс узгодженості: $IУ = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$, де n – кількість елементів.
3. Визначається відношення узгодженості: $ВУ = \frac{IУ}{n_{вип}}$, де $n_{вип}$ – середнє значення випадкової узгодженості, що береться з таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Випадкові узгодженості для матриць різного порядку

Порядок матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Випадкова узгодженість	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Величина ВУ має бути не більшою за 0,1 (10%), щоб вважатися прийнятною.

Синтез пріоритетів виконується, починаючи з другого рівня і рухаючись донизу. Локальні пріоритети елементів кожного рівня перемножуються на глобальні (узагальнені) пріоритети відповідних критеріїв попереднього рівня. Далі ці добутки підсумовуються для кожного елемента відповідно до критеріїв, на які він впливає.

У результаті формується глобальний пріоритет кожного елемента, який потім використовується для зважування локальних пріоритетів наступного рівня. Ця процедура повторюється до досягнення нижнього рівня ієрархії

(альтернатив). Отримані глобальні пріоритети використовуються для остаточного вибору.

Якщо відомі глобальні пріоритети елементів k -го рівня, то глобальні пріоритети елементів $(k+1)$ -го рівня обчислюються за формулою:

$$x_j^{k+1} = \sum_{i=1}^n x_i^k b_{ij},$$

де:

x_j^{k+1} – глобальний пріоритет j -го елемента на $(k+1)$ рівні,

x_i^k – глобальний пріоритет i -го елемента на k -му рівні,

b_{ij} – локальний пріоритет j -го елемента $(k+1)$ рівня щодо i -го критерію k -го рівня.

Після обчислення глобальних пріоритетів для всіх елементів нижнього рівня (тобто альтернатив), особа, яка приймає рішення, здійснює вибір, орієнтуючись на отримані значення

1.3.2 Системи масового обслуговування

Система масового обслуговування (СМО) є основою для аналізу та оптимізації багатьох процесів, пов'язаних з обробкою запитів у різних сферах діяльності – від обслуговування клієнтів до виробничих процесів [11]. Формально СМО описується як система, що складається з джерела запитів, каналів обслуговування і черги, у якій зберігаються запити, що чекають на виконання. Запити надходять від джерела, а обслуговування здійснюється через певні канали, які можуть бути одно- або багатоканальними залежно від структури системи [12]. При цьому особливістю є ймовірнісність, що означає випадковість у процесах надходження запитів і виконання обслуговування, що може призводити до утворення черг і невизначеності у часі обслуговування [13].

У СМО джерело запитів може бути нескінченним або кінцевим, що залежить від того, скільки запитів можна одночасно обробляти. У реальних ситуаціях навіть обмежені джерела запитів можуть розглядатися як нескінченні через велику кількість можливих варіантів запитів або вимог. Це важливо, оскільки дозволяє застосовувати математичні методи для прогнозування потоку запитів і оптимізації ресурсів обслуговування [13].

Вивчення таких систем ґрунтується на математичних моделях імовірностей, що дозволяє враховувати різноманітні фактори, які можуть впливати на ефективність роботи СМО. До основних факторів належать швидкість зміни кількості запитів, ймовірність високого попиту та способи оцінки витрат очікування і покращення якості обслуговування. Це дозволяє точніше передбачати можливі затримки та розробляти стратегії для їх мінімізації, що є особливо важливим для систем, де обслуговування має критичне значення, наприклад, у медичній сфері чи на виробництві [14].

Основною метою застосування теорії масового обслуговування є пошук ефективних рішень для оптимізації роботи таких систем. Це включає зниження витрат, максимізацію пропускну здатності і зменшення часу очікування клієнтів у черзі. У СМО важливим є облік різних типів черг, таких як обмежена або необмежена черга [12]. У системах з необмеженими чергами запити, що надійшли, обов'язково будуть оброблені, хоча час очікування може бути значним. У таких випадках важливо мати інструменти для прогнозування й управління довжиною черги, щоб зберегти стабільність і ефективність роботи системи [14].

Іншим аспектом є необхідність врахування можливості відмов у разі, коли всі канали обслуговування зайняті, а нові запити не можуть бути оброблені. Це може виникати в системах із обмеженою кількістю каналів обслуговування, де необхідно передбачити механізми управління відмовами, наприклад, перенаправленням запитів або використанням додаткових ресурсів для обробки критичних запитів. Підвищення ефективності СМО можливе через точні розрахунки середніх значень таких показників, як час очікування,

кількість незайнятих каналів обслуговування або рівень зайнятості каналів, що дозволяє управляти навантаженням і забезпечувати якісне обслуговування клієнтів [14].

1.4 Комплексна постановка задач і вибір методів дослідження

З метою підвищення ефективності функціонування стоматологічної клініки необхідно провести детальний аналіз її роботи як системи масового обслуговування (СМО) з урахуванням варіантів без черги та з необмеженою чергою. У рамках моделювання слід визначити основні параметри системи – час обслуговування, інтенсивність потоку пацієнтів, рівень завантаження лікарів — і розрахувати ключові показники ефективності, такі як пропускна здатність, ймовірність відмови, середній дохід при різній кількості лікарів.

Особливу увагу необхідно приділити визначенню оптимальної чисельності персоналу, що дозволить забезпечити баланс між якістю обслуговування, ефективним використанням ресурсів і економічною доцільністю. Крім того, важливо проаналізувати вплив розміру черги на середній час очікування пацієнтів та загальну ефективність роботи клініки. Зниження тривалості очікування є одним із ключових чинників підвищення рівня задоволеності пацієнтів: дослідження свідчать, що перевищення допустимого порогу часу очікування суттєво підвищує ймовірність втрати клієнта, оскільки він починає шукати альтернативні медичні заклади [15].

Окрім кількісного аналізу СМО, доцільно провести SWOT-аналіз діяльності клініки з метою виявлення її сильних і слабких сторін, а також можливостей і загроз, що впливають на її функціонування. Застосування цього методу дозволить не лише ідентифікувати внутрішні ресурси та проблеми, а й врахувати зовнішні чинники, які можуть впливати на конкурентоспроможність закладу.

На основі результатів SWOT-аналізу та моделювання різних сценаріїв розвитку – від збереження поточного стану до комбінованого розширення штату й цифрової трансформації – необхідно визначити оптимальні стратегічні напрями розвитку клініки. Ці стратегії мають бути спрямовані на підвищення якості медичних послуг, ефективність використання ресурсів та фінансову стабільність підприємства.

У рамках реалізації кадрових рішень доцільно застосувати метод аналізу ієрархій (MAI) для оцінки кандидатів на вакантні посади лікарів за комплексом критеріїв: досвід роботи, рівень кваліфікації, комунікабельність, володіння сучасними технологіями, швидкість виконання процедур та очікуваний рівень оплати праці. Результатом застосування MAI стане визначення пріоритетних кандидатів для найму, що дозволить забезпечити максимальну ефективність та якість надання послуг у клініці

1.5 Висновки до розділу 1

У першому розділі проведено інформаційно-аналітичне дослідження діяльності стоматологічної клініки. Проаналізовано організаційно-функціональну структуру закладу, охарактеризовано основні напрями діяльності, кадровий склад, а також ресурсне забезпечення. Встановлено, що клініка надає комплекс стоматологічних послуг терапевтичного, ортопедичного та профілактичного характеру, а основним пріоритетом є якість обслуговування пацієнтів шляхом впровадження сучасних методів лікування.

Проведено SWOT-аналіз внутрішнього та зовнішнього середовища клініки, що дозволило оцінити її поточні можливості й ризики. Такий підхід дав змогу окреслити потенційні напрями розвитку й сформулювати підґрунтя для подальшого вдосконалення управлінських рішень у межах дослідження.

Також розглянуто теоретичні основи двох методів, які слугуватимуть інструментами подальшого дослідження: теорії систем масового обслуговування (СМО) – для моделювання процесів прийому пацієнтів, аналізу завантаженості лікарів та оптимізації розподілу ресурсів, а також методу аналізу ієрархій (МАІ) – для прийняття рішень у складних багатокритеріальних задачах, зокрема під час відбору персоналу.

Сформульовано проблему дослідження, що полягає у підвищенні ефективності функціонування клініки в умовах змінного середовища та зростаючих вимог до якості послуг. Визначено ключові завдання, серед яких – аналіз внутрішніх процесів, виявлення вузьких місць, а також пошук раціональних управлінських рішень із використанням сучасних методів системного аналізу.

РОЗДІЛ 2

СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз ефективності систем масового обслуговування

У процесі надання стоматологічних послуг виникає необхідність організації ефективного обслуговування пацієнтів, мінімізації часу очікування, оптимального використання ресурсів клініки та забезпечення належного рівня сервісу. Для формалізації та аналізу таких задач доцільно застосовувати методи систем масового обслуговування (СМО) – інструмент математичного моделювання, що дозволяє кількісно оцінити параметри функціонування системи з чергами, визначити ймовірнісні характеристики її роботи, а також обґрунтувати доцільність управлінських рішень у контексті надання послуг.

Використання СМО у сфері охорони здоров'я [16], зокрема в стоматології, дозволяє не лише покращити процеси обслуговування, а й спрогнозувати ефективність різних стратегій розвитку. За допомогою моделі можна оцінити, наскільки доцільним є розширення штату, зміну графіку роботи чи впровадження системи попереднього запису. Такий підхід забезпечує прийняття обґрунтованих рішень, спрямованих на підвищення якості обслуговування пацієнтів, скорочення простоїв персоналу та оптимізацію використання ресурсів клініки.

Модель СМО використовується для аналізу діяльності стоматологічної клініки, яка щодня обслуговує фіксовану кількість пацієнтів у межах встановленої тривалості зміни. Система розглядається як така, що має кінцеву кількість паралельних каналів обслуговування, кожен із яких відповідає окремому лікарю. Пацієнти надходять до системи з певною інтенсивністю, а обслуговування кожного з них триває деякий час. У моделі враховується

також можливість відмови в обслуговуванні у випадку, коли всі лікарі зайняті (тобто, система не має черги).

Вхідними параметрами моделювання є [11]:

- Середній час обслуговування одного пацієнта: $t_{\text{обсл}} = 0,75$ год
- Тривалість робочої зміни: $T = 8$ год
- Кількість пацієнтів, що звертаються протягом зміни: $N = 48$ осіб

Також необхідно розрахувати наступні параметри:

- Інтенсивність потоку заявок (пацієнтів): $\lambda = \frac{N}{T} = \frac{48}{8} = 6$ пацієнтів/год
- Інтенсивність обслуговування (середня кількість пацієнтів, яких може обслужити один лікар за годину): $\mu = \frac{1}{t_{\text{обсл}}} = \frac{1}{0,75} \approx 1,333$ пацієнта/год
- Коефіцієнт завантаження системи (на одного лікаря): $\rho = \frac{\lambda}{\mu * n} = \frac{6}{1,333} \approx 4,5$

Модель СМО будується з урахуванням варіативної кількості каналів обслуговування n , які відповідають кількості лікарів у зміні. Для кожного значення $n \in [1; 10]$ обчислювалися такі характеристики:

- Абсолютна пропускна здатність – визначає фактичну кількість пацієнтів, що були обслужені системою при заданому n : $A = \lambda * Q$
- Відносна пропускна здатність – характеризує частку пацієнтів, які отримали обслуговування без відмови: $Q = 1 - P_{\text{відм}}$
- Ймовірність відмови в обслуговуванні: $P_{\text{відм}} = \frac{\frac{\rho^n}{n!}}{\sum_{i=0}^n \frac{\rho^i}{i!}}$
- Середня кількість пацієнтів, що перебувають у лікуванні: $\bar{k} = \frac{A}{\mu}$
- Середня кількість незадіяних лікарів: $L_0 = n - \bar{k}$
- Значення критерію ефективності (дохід клініки за зміну): $W = \bar{k} - L_0$
- Дохід на одного лікаря: $\frac{W}{n}$

Також можна визначити прийнятний інтервал зміни кількості робочих місць лікарів у стоматологічній клініці шляхом знаходження доцільних меж для таких конкуруючих показників ефективності обслуговування, як ймовірність відмови у прийомі пацієнта та частка лікарів, які залишаються

незавантаженими. Останній показник можна розрахувати за формулою:

$$X(n) = \frac{n - \bar{k}}{n}.$$

Результати розрахунків занесено до узагальненої таблиці (табл. 2.1), яка демонструє зміну ключових показників системи залежно від кількості лікарів. Аналіз цих результатів дозволяє визначити оптимальну кількість ресурсів (каналів обслуговування), яка забезпечує найкраще співвідношення між завантаженням персоналу, рівнем обслуговування пацієнтів і доходом клініки. Модель СМО таким чином відіграє важливу роль в обґрунтуванні управлінських рішень щодо структури та організації роботи стоматологічного закладу.

Таблиця 2.1

Показники ефективності роботи СМО без черги при $\rho = 4,5$

Кількість лікарів	Абсолютна пропускна здатність	Відносна пропускна здатність	Імовірність відмови	Середня кількість пацієнтів, що лікуються	Середня кількість незадіяних лікарів	Значення критерію ефективності (дохід)	Дохід на одного лікаря	
n	A	Q	P _{відм}	\bar{k}	L ₀	W	W/N	X(n)
1	1,091	0,182	0,818	0,818	0,182	0,636	0,636	0,182
2	2,112	0,352	0,648	1,584	0,416	1,168	0,584	0,208
3	3,043	0,507	0,493	2,282	0,718	1,564	0,521	0,239
4	3,860	0,643	0,357	2,895	1,105	1,790	0,447	0,276
5	4,542	0,757	0,243	3,406	1,594	1,813	0,363	0,319
6	5,075	0,846	0,154	3,806	2,194	1,613	0,269	0,366
7	5,459	0,910	0,090	4,094	2,906	1,188	0,170	0,415
8	5,710	0,952	0,048	4,283	3,717	0,566	0,071	0,465
9	5,859	0,976	0,024	4,394	4,606	-0,212	-0,024	0,512
10	5,937	0,990	0,010	4,453	5,547	-1,094	-0,109	0,555

Аналіз даних у табл. 2.1 свідчить, що зі збільшенням кількості лікарів у системі масового обслуговування зростає абсолютна та відносна пропускна здатність, а ймовірність відмови пацієнтам поступово зменшується. Проте після певного моменту приріст обслугованих пацієнтів уповільнюється, а

кількість незадіяних лікарів зростає, що свідчить про зниження ефективності використання ресурсів.

Найвище значення критерію ефективності (дохід) досягається при використанні 5 лікарів, після чого спостерігається його зниження. Це вказує на зменшення рентабельності подальшого розширення штату без зміни організації роботи. Отже, оптимальна кількість лікарів за заданих умов ($\rho = 4,5$, система без черги) — 5, оскільки при цьому досягається найкраще співвідношення між кількістю обслугованих пацієнтів, ефективністю використання персоналу та прибутковістю роботи клініки.

На рис. 2.1 зображено залежність умовного доходу клініки за зміну W від кількості лікарів n . Графік демонструє, як із зростанням кількості каналів обслуговування зменшується ймовірність відмови в обслуговуванні, що позитивно впливає на загальну пропускну здатність системи й відповідно — на дохід закладу.

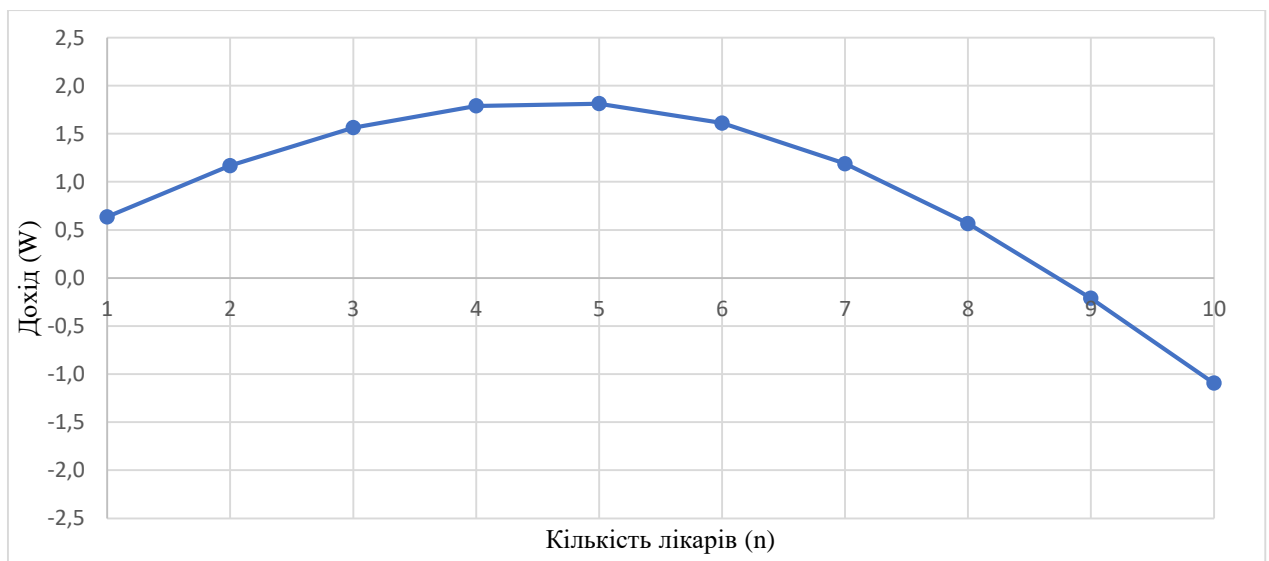


Рисунок 2.1 – Залежність доходу стоматологічної клініки від кількості лікарів

Поставимо задачу: визначити таку кількість лікарів, при якій ймовірність відмови пацієнту не перевищує певного порогового значення α , а частка незадіяних лікарів — не більша за β . Рівні обслуговування α та β встановлюються з урахуванням практичних вимог до якості та ефективності

надання стоматологічних послуг. На рисунку 2.2 зображено графіки двох функцій $y = P_{\text{відм}}(n)$ та $y = X(n)$. Також нанесено цільові рівні ефективності: $\alpha = 0,25$ та $\beta = 0,4$, які дозволяють визначити рекомендований діапазон кількості лікарів у зміні.

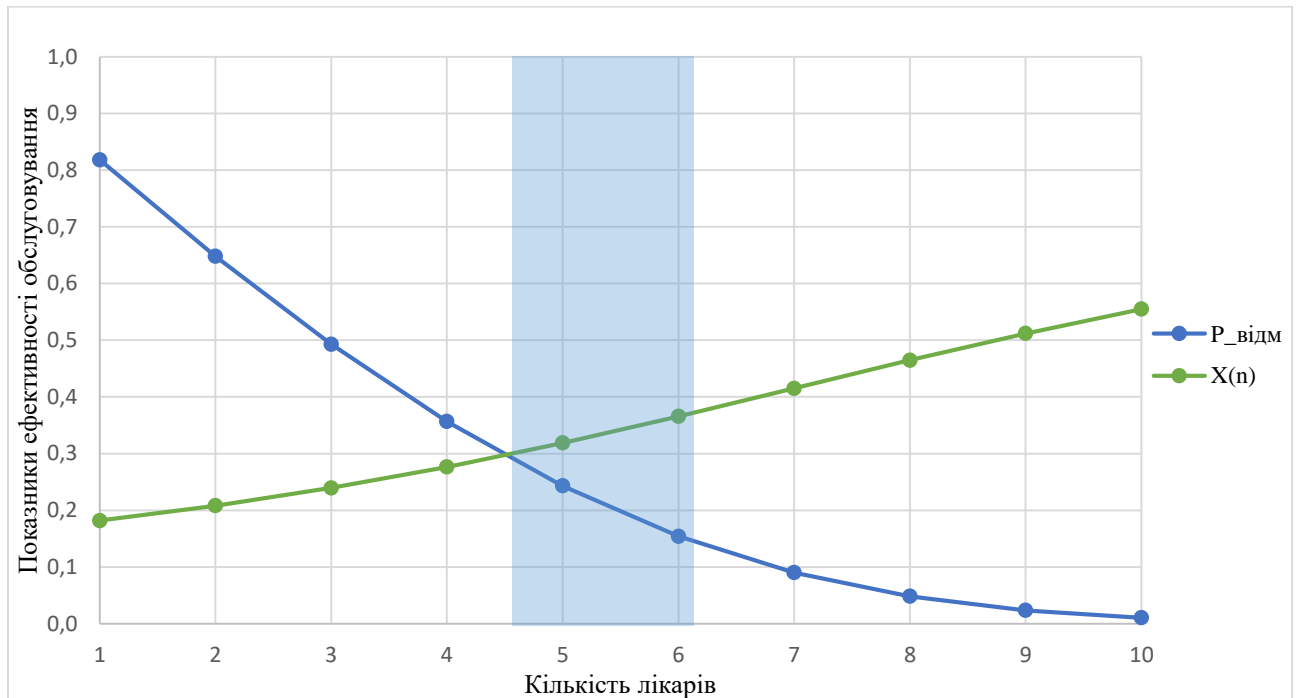


Рисунок 2.2 – Визначення прийняттого інтервалу зміни рівня обслуговування

Інтервал зміни кількості лікарів n має межі від 4,5 до 6, що дозволяє зробити висновок, що для досягнення компромісного рішення достатньо 5 лікарів. З графіків видно, що збільшення числа лікарів до певного рівня дійсно підвищує ефективність клініки, однак після досягнення оптимального значення n подальше збільшення кількості персоналу призводить до зниження завантаження лікарів і незначного приросту доходу. Тому для досягнення балансу між якістю обслуговування та економічною ефективністю оптимально обрати кількість лікарів у межах цього інтервалу.

Обчислимо тепер показники ефективності роботи стоматологічної клініки за умови, що вона є СМО з необмеженою чергою. Наразі в клініці у фізичній черзі зазвичай очікує не більше 1–2 пацієнтів, проте планується впровадження системи онлайн-запису, яка дозволить формувати потенційно

необмежену чергу. З цією метою проводиться моделювання роботи клініки як системи масового обслуговування з необмеженою чергою. Параметри потоків пацієнтів на обслуговування і його інтенсивність залишаються такими самими. Аналізуючи відповідні формули, наведені в табл. 1, можна зробити висновок, що черга не буде зростати нескінченно за умови $\rho/n < 1$. Отже, мінімальна кількість лікарів на дільниці n_{min} . В табл. 2.2 наведені результати обчислень характеристик СМО з урахуванням того, що кількість лікарів на дільниці $n_{serv} = 3$, а кількість місць для очікування пацієнтів в клініці m поступово змінюється від 1 до 10. Зазвичай місце для очікування пацієнтів розглядається як сервіс, оскільки тут пацієнти можуть чекати своєї черги на прийом до лікаря. Тоді загальна кількість каналів обслуговування в системі $N = n_{serv} + m$ [11]. Останній стовпчик табл. 2.2 містить значення критерію ефективності роботи системи, який враховує втрати часу на очікування та перебування пацієнтів у черзі, і задається формулою:

$$C_{relativ} = \frac{1}{\lambda(n_{min} + m)} + 3T_{черги}$$

Для подальшого аналізу роботи клініки як системи масового обслуговування з необмеженою чергою розраховано основні параметри ефективності. Формули для їх обчислення подано нижче.

- Коефіцієнт завантаження системи: $\rho = \frac{\lambda}{\mu * n} = \frac{6}{3 * 1.33} = 1.5$
- Кількість місць у черзі (m) — кількість пацієнтів, які можуть одночасно очікувати прийому: задані значення (від 1 до 10)
- Загальна кількість місць: $N = n + m$
- Середня кількість пацієнтів, що лікуються: $\bar{k} = \frac{A}{\mu} = 4.5$
- Імовірність того, що лікар не має пацієнта: $p_0 = \left(\sum_{i=0}^N \frac{p^i}{i!} + \frac{p^{n+1}}{n!(n-p)} \right)^{-1}$
- Імовірність для пацієнта потрапити до черги: $P_{черги} = \frac{p^{n+1}}{n!(n-p)} p_0$
- Середня кількість пацієнтів в черзі: $L_{черги} = \frac{p^{n+1} p_0}{n! n (1 - \frac{p}{n})^2}$

- Середній час очікування в черзі: $T_{\text{черги}} = \frac{1}{\lambda} L_{\text{черги}}$

Результати розрахунків занесено до узагальненої таблиці (табл. 2.2), яка демонструє зміну основних показників ефективності роботи стоматологічної клініки, розглянутої як система масового обслуговування з необмеженою чергою при значенні $\rho = 1,5$. У таблиці відображено, як змінюються характеристики системи залежно від кількості місць очікування для пацієнтів. Аналіз цих результатів дозволяє оцінити вплив параметра черги на рівень завантаженості лікарів, імовірність виникнення очікування, середній час перебування пацієнтів у черзі та загальні втрати. Отримані дані дають змогу приймати обґрунтовані рішення щодо організації простору, кількості персоналу та управління потоком пацієнтів з метою підвищення загальної ефективності роботи закладу.

Таблиця 2.2

Показники ефективності роботи СМО з необмеженою чергою при $\rho = 1,5$

Кількість місць у черзі	Загальна кількість місць	Імовірність того, що лікар не має пацієнта	Імовірність потрапити до черги	Середня кількість пацієнтів в черзі	Середній час очікування в черзі	Втрати на утримання лікарів та перебування в черзі
m	N	p_0	$P_{\text{черги}}$	$L_{\text{черги}}$	$T_{\text{черги}}$	C_{relativ}
1	4	0,22099	0,027970	0,044751	0,007459	0,689
2	5	0,22277	0,006042	0,008631	0,001439	0,838
3	6	0,22307	0,001176	0,001568	0,000261	1,001
4	7	0,22312	0,000206	0,000263	4,38E-05	1,167
5	8	0,22313	3,27E-05	4,03E-05	6,71E-06	1,333
6	9	0,22313	4,73E-06	5,67E-06	9,46E-07	1,500
7	10	0,22313	6,26E-07	7,36E-07	1,23E-07	1,667
8	11	0,22313	7,63E-08	8,84E-08	1,47E-08	1,833
9	12	0,22313	8,63E-09	9,87E-09	1,64E-09	2,000
10	13	0,22313	9,10E-10	1,03E-09	1,71E-10	2,167

Для глибшого аналізу зміни інтегрального показника ефективності функціонування системи залежно від кількості місць для очікування в клініці було побудовано графік залежності критерію $C_{relativ}$ від параметра m . Графічне зображення цієї залежності подано на рисунку 2.3.

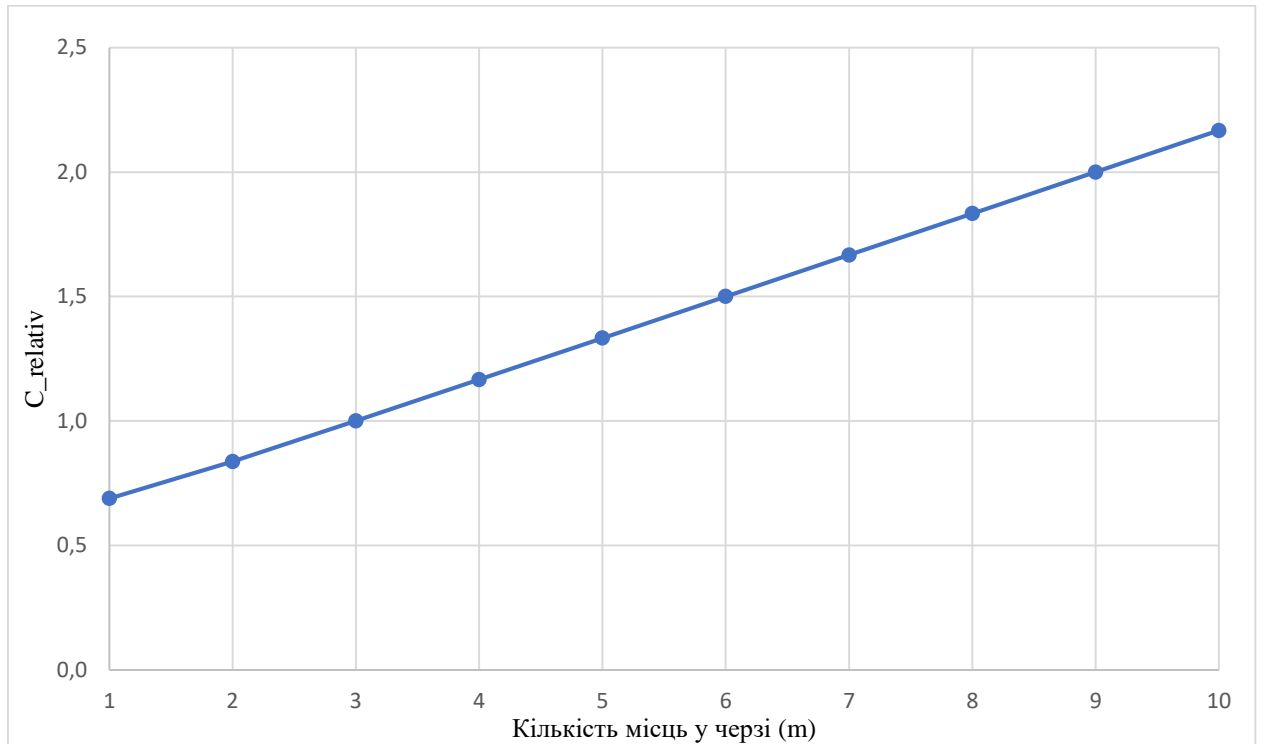


Рисунок 2.3 – Графік залежності критерію ефективності від кількості місць для очікування

Отже, результати розрахунків свідчать про те, що ймовірність простою лікарів (p_0) залишається низькою і швидко стабілізується на рівні 0,223 уже при $m \geq 3$, що свідчить про помірну, але постійну завантаженість лікарів навіть при збільшенні кількості місць у черзі. При цьому спостерігається значне зниження імовірності потрапляння пацієнта до черги ($P_{черги}$) у межах зростання m від 1 до 7 — з 0,028 до $6,26 \cdot 10^{-7}$. Найменше значення критерію витрат ($C_{relativ} = 0,689$) досягається при $m = 1$, однак час очікування досягає прийняттого мінімуму ($T_{черги} \approx 6,71 \cdot 10^{-6}$ год) при $m = 4-5$.

Подальше збільшення кількості місць у черзі не призводить до суттєвого покращення показників часу обслуговування, але супроводжується зростанням витрат. Наприклад, при $m = 10$ втрати вже становлять 2,167, тоді

як середній час очікування зменшується до $1,71 * 10^{-7}$ год. Враховуючи це, доцільно обирати значення m у межах 4–5, що забезпечує раціональне співвідношення між рівнем сервісу та економічною ефективністю.

З метою подальшого дослідження впливу кількості лікарів на ефективність функціонування СМО з необмеженою чергою було проведено аналогічні розрахунки для випадку, коли в системі працює 5 лікарів. Така модель відображає ситуацію з більшою пропускнуою здатністю клініки, що є актуальним з огляду на плани впровадження онлайн-запису з необмеженою (електронною) чергою. Розрахунки дозволяють проаналізувати, як збільшення кількості лікарів впливає на ймовірність простою, час очікування та загальні витрати системи. Результати подано в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Показники ефективності роботи СМО з необмеженою чергою при $\rho = 0,9$
(при $n_{serv} = 5$)

Кількість місць у черзі	Загальна кількість місць	Ймовірність того, що лікар не має пацієнта	Ймовірність потрапити до черги	Середня кількість пацієнтів в черзі	Середній час очікування в черзі	Втрати на утримання лікарів та перебування в черзі
m	N	p_0	$P_{черги}$	$L_{черги}$	$T_{черги}$	$C_{relativ}$
1	6	0,40656577	0,000053	0,000062	0,000010	1,000
2	7	0,40656930	5,69E-06	6,53E-06	1,09E-06	1,167
3	8	0,40656963	5,50E-07	6,20E-07	1,03E-07	1,333
4	9	0,40656966	4,82E-08	5,36E-08	8,93E-09	1,500
5	10	0,40656966	3,86E-09	4,25E-09	7,08E-10	1,667
6	11	0,40656966	2,85E-10	3,10E-10	5,17E-11	1,833
7	12	0,40656966	1,94E-11	2,10E-11	3,50E-12	2,000
8	13	0,40656966	1,23E-12	1,33E-12	2,21E-13	2,167
9	14	0,40656966	7,33E-14	7,83E-14	1,31E-14	2,333
10	15	0,40656966	4,09E-15	4,35E-15	7,24E-16	2,500

Аналіз даних свідчить, що при збільшенні кількості місць у черзі в системі з 5 лікарями імовірність простою лікарів залишається сталою ($p_0 \approx 0,4065$), що вказує на їх стабільну завантаженість. Найнижче значення інтегрального критерію витрат ($C_{\text{relativ}} = 1$) досягається при $m = 1$, дещо вищі, але подібні значення при $m = 2$ та $m = 3$. Це свідчить про те, що система досягає оптимального балансу між витратами та якістю обслуговування вже за умов незначної кількості місць у черзі. Подальше збільшення m призводить до поступового зменшення часу очікування і середньої кількості пацієнтів у черзі, однак при цьому витрати зростають непропорційно. Це вказує на неефективність подальшого збільшення черги з погляду економічної доцільності.

У порівнянні з варіантом, коли в системі працює 3 лікарі, система з 5 лікарями демонструє кращу ефективність за тих самих умов. Зокрема, при однаковій кількості місць у черзі (m) ймовірність потрапляння пацієнта до очікування нижча, а середній час перебування та кількість тих, хто чекає, помітно зменшуються. Це свідчить про вищу пропускну здатність системи за більшої кількості лікарів.

Отже, збільшення кількості лікарів дозволяє швидше обслуговувати пацієнтів і зменшити черги, проте потребує оптимального планування місць очікування для балансу між витратами та сервісом. Для системи з 3 лікарями оптимальне $m = 4-5$, а з 5 лікарями – $1-3$.

З метою оцінки ефективності функціонування стоматологічної клініки як СМО з необмеженою чергою здійснено розрахунки основних характеристик системи за фіксованим значенням навантаження $\rho = 1,5$ та сталою кількістю лікарів $n_{\text{serv}} = 3$.

Для кожного значення $m \in [0; 10]$ обчислювалися такі характеристики:

Загальна кількість місць: $N = n_{\text{serv}} + m$

Середня кількість пацієнтів, що лікуються: $\bar{k} = p \left(1 - p_0 \frac{p^{n+m}}{n^m * n!} \right)$

Імовірність того, що лікар не має пацієнта: $p_0 = \left(\sum_{i=0}^N \frac{p^i}{i!} + \frac{p^{n+1}(1-p/n)^m}{n! * n * (1-p/n)} \right)^{-1}$

Імовірність для пацієнта потрапити до черги: $P_{\text{черги}} = \frac{p^n}{n!} * \frac{1 - (\frac{p}{n})^m}{1 - \frac{p}{n}} * p_0$

Середня кількість пацієнтів в черзі: $L_{\text{черги}} = \frac{p^{n+1} p_0 [1 - (m+1 - m \frac{p}{n}) (\frac{p}{n})^m]}{n! n (1 - \frac{p}{n})^2}$

Середній час очікування в черзі: $T_{\text{черги}} = \frac{L_{\text{черги}}}{\lambda}$

Середнє число пацієнтів в системі: $L_{\text{сист}} = L_{\text{черги}} + \bar{k}$

Середній час перебування пацієнтів в системі: $T_{\text{сист}} = \frac{L_{\text{сист}}}{\lambda}$

Ефективна інтенсивність потоку: $\lambda_{\text{eff}} = \bar{k} * \mu$

У таблиці 2.4 наведено результати, що відображають зміну ключових параметрів системи залежно від кількості місць для очікування пацієнтів m , тобто від загальної кількості обслуговуючих каналів.

Таблиця 2.4

Показники ефективності роботи СМО з обмеженою чергою при $\rho = 1,5$

Кількість місць у черзі	Загальна кількість місць	Середня кількість пацієнтів, що лікуються	Імовірність того, що лікар не має пацієнта	Імовірність потрапити до черги	Середня кількість пацієнтів в черзі	Середній час очікування в черзі	Середнє число пацієнтів в системі	Середній час перебування в системі	Ефективна інтенсивність потоку
m	N	K	p_0	$P_{\text{черги}}$	$L_{\text{черги}}$	$T_{\text{черги}}$	$L_{\text{сист}}$	$T_{\text{сист}}$	λ_{eff}
0	3	1,299	0,2388	0	0	0	1,30	0,22	1,73
1	4	1,410	0,2137	0,120	0,06	0,01	1,47	0,24	1,88
2	5	1,457	0,2048	0,115	0,12	0,019	1,57	0,26	1,94
3	6	1,479	0,2012	0,113	0,16	0,026	1,63	0,27	1,97
4	7	1,489	0,1997	0,112	0,18	0,03	1,67	0,28	1,99
5	8	1,495	0,1989	0,112	0,20	0,033	1,69	0,28	1,99
6	9	1,497	0,1986	0,112	0,21	0,035	1,71	0,28	2,00
7	10	1,499	0,1984	0,112	0,22	0,036	1,71	0,29	2,00
8	11	1,499	0,1983	0,112	0,22	0,036	1,72	0,29	2,00
9	12	1,500	0,1983	0,112	0,22	0,037	1,72	0,29	2,00
10	13	1,500	0,1983	0,112	0,22	0,037	1,72	0,29	2,00

Аналіз таблиці 2.4 показує, що в системі масового обслуговування з трьома лікарями при високому навантаженні ($\rho = 1,5$) вже без черги ($m = 0$) ефективна інтенсивність потоку становить 1,73 — тобто система не повністю справляється з потоком. Із зростанням кількості місць у черзі зростають середня кількість пацієнтів у системі та ефективна інтенсивність потоку, яка поступово наближається до максимуму — 2 (граничне навантаження для 3 лікарів). Імовірність простою лікаря швидко зменшується: з 0,239 при $m = 0$ до 0,198 при $m \geq 6$ і далі залишається стабільною, що вказує на повну завантаженість персоналу. Середній час очікування зростає дуже повільно — від 0 до 0,037 год при $m = 10$. Подібна динаміка характерна й для L _черги, яка сягає лише 0,22. Середній час перебування в системі збільшується від 0,22 до 0,29 год — приріст незначний.

Оптимальним є вибір m у межах 4–6, де досягається майже повна обробка потоку, стабільна мінімальна імовірність простою лікаря ($p_0 \approx 0,198$) та прийнятний час очікування. Подальше зростання m не дає відчутних покращень і призводить до зайвих витрат.

Після аналізу ефективності функціонування системи масового обслуговування (СМО) за умови обмеженої кількості лікарів (3 особи), доцільно розглянути, як змінюються показники при збільшенні штату до 5 лікарів. Таблиця 2.5 відображає основні параметри роботи СМО при $\rho = 0,9$ та п'яти лікарях, дозволяючи порівняти вплив різної кількості медичного персоналу на загальну ефективність системи.

Клініка планує впровадити систему онлайн-запису, яка фактично створить необмежену чергу у вигляді електронного листа очікування. Наразі, поки онлайн-запис ще не запрацював, а обслуговування здійснюють лише 3 лікарі, рекомендується поступово збільшувати їх кількість принаймні до 5, із перспективою розширення штату до 6 лікарів у разі подальшого зростання потоку пацієнтів.

З аналізу таблиці 2.5 видно, що зі зростанням кількості місць для очікування показники системи стабілізуються: середній час очікування зменшується, а ефективна інтенсивність потоку поступово зростає до стабільного значення. Ймовірність потрапляння до черги поступово знижується, але не зникає повністю навіть при 10 місцях. Середня кількість пацієнтів у черзі та в системі зростає пропорційно до збільшення місць очікування, проте ці зміни відбуваються повільніше, ніж у варіанті з 3 лікарями, що свідчить про вищу здатність системи з 5 лікарями справлятися з навантаженням.

Таблиця 2.5

Показники ефективності роботи СМО з обмеженою чергою при $\rho = 0,9$ (при $n_{serv} = 5$)

Кількість місць у черзі	Загальна кількість місць	Середня кількість пацієнтів, що лікуються	Ймовірність того, що лікар не має пацієнта	Ймовірність потрапити до черги	Середня кількість пацієнтів в черзі	Середній час очікування в черзі	Середнє число пацієнтів в системі	Середній час перебування в системі	Ефективна інтенсивність потоку
m	N	K	p_0	$P_{черги}$	$L_{черги}$	$T_{черги}$	$L_{сист}$	$T_{сист}$	λ_{eff}
0	5	0,89820	0,40671	0	0	0	0,89820	0,1497	1,1976
1	6	0,89968	0,40644	0,002	3,60E-04	6,00E-05	0,90004	0,1500	1,1996
2	7	0,89994	0,40640	0,0019998	4,90E-04	8,16E-05	0,90043	0,1501	1,1999
3	8	0,89999	0,40639	0,0019998	5,25E-04	8,74E-05	0,90051	0,1501	1,2
4	9	0,9	0,40639	0,0019998	5,33E-04	8,88E-05	0,90053	0,1501	1,2
5	10	0,9	0,40639	0,0019997	5,35E-04	8,91E-05	0,90053	0,1501	1,2
6	11	0,9	0,40639	0,0019997	5,35E-04	8,92E-05	0,90054	0,1501	1,2
7	12	0,9	0,40639	0,0019997	5,35E-04	8,92E-05	0,90054	0,15009	1,2
8	13	0,9	0,40639	0,0019997	5,35E-04	8,92E-05	0,90054	0,15009	1,2
9	14	0,9	0,40639	0,0019997	5,35E-04	8,92E-05	0,90054	0,15009	1,2
10	15	0,9	0,40639	0,0019997	5,35E-04	8,92E-05	0,90054	0,15009	1,2

Порівняння обох таблиць показує покращення ефективності роботи СМО при збільшенні кількості лікарів із 3 до 5. По-перше, система з 5 лікарями демонструє вищу пропускну здатність: ефективна інтенсивність потоку швидко досягає 1,2, тоді як у варіанті з 3 лікарями вона лише поступово наближається до 2, що є теоретичним максимумом при заданому навантаженні. По-друге, при однаковій кількості місць у черзі система з 5 лікарями має стабільніші показники. При цьому ймовірність простою лікаря у системі з 5 лікарями — стабільна і дещо вища, що вказує на можливість обробки додаткового потоку без перевантаження. Водночас у системі з 3 лікарями p_0 падає до 0,198, тобто персонал працює майже без простоїв, що може свідчити про граничне навантаження. Отже, збільшення кількості лікарів дозволяє досягти вищої ефективності системи обслуговування за рахунок зменшення черг, кращого розподілу навантаження між ресурсами та стабільності ключових показників навіть при мінімальній кількості місць у черзі. Оптимальна конфігурація для системи з 5 лікарями — $m = 3-4$, тоді як для 3 лікарів потрібно як 4 – 6 місць для уникнення перевантаження.

У випадку СМО без черги, зі збільшенням кількості лікарів зростає абсолютна пропускну здатність системи, а ймовірність відмови зменшується, що вказує на покращення доступності послуг для пацієнтів. Проте зі зростанням кількості лікарів починає стрімко зменшуватись завантаженість окремих ресурсів, а саме – зростає кількість незадіяних лікарів, що призводить до зниження дохідності як у загальному, так і на одного лікаря. Починаючи з 8 лікарів, система стає перевантаженою з боку ресурсів: дохід зменшується і набуває від'ємного значення, що є економічно недоцільним. Оптимальною вважається кількість лікарів у межах 5–6, де система забезпечує високу пропускну здатність, низьку ймовірність відмови та позитивний дохід як у сумі, так і на одного лікаря. Клініка планує поступове збільшення кількості лікарів: спочатку до 5 осіб, що дозволить суттєво підвищити пропускну здатність і знизити ймовірність відмови. У майбутньому, з урахуванням збільшення кількості пацієнтів, планується розширення штату до 6 лікарів.

Для СМО з необмеженою чергою спостерігається інша динаміка. Імовірність того, що пацієнт потрапить до черги, стрімко зменшується зі збільшенням кількості місць у черзі. При цьому середній час очікування та середня кількість пацієнтів у черзі також значно скорочуються. Водночас витрати, пов'язані з утриманням лікарів та організацією очікування, навпаки, поступово зростають. Це свідчить про те, що надмірне збільшення ємності черги не забезпечує суттєвого виграшу в якості обслуговування, але потребує додаткових ресурсів. Така модель особливо актуальна в умовах впровадження електронного запису, який фактично формує необмежену чергу у вигляді віртуального списку очікування.

СМО з обмеженою чергою демонструє компромісний варіант між доступністю послуг і витратами. Зі збільшенням кількості місць у черзі (m) поступово зменшується імовірність відмови та очікування, тоді як ефективна інтенсивність обслуговування наближається до максимально можливої. Водночас, надмірне збільшення m не дає значного покращення якості обслуговування, але призводить до зростання загального часу перебування пацієнта в системі та витрат, пов'язаних з утриманням лікарів і організацією черги. Оскільки система онлайн-запису ще не впроваджена, клініка наразі працює в умовах обмеженої черги, тому для планування ресурсів та організації процесів доцільно орієнтуватися на модель СМО з обмеженим числом місць очікування.

Вплив збільшення кількості лікарів з 3 до 5 виявляється суттєвим для покращення функціонування СМО з обмеженою чергою. При переході від 3 до 5 лікарів спостерігається зменшення імовірності потрапляння пацієнта до черги, скорочення середнього часу очікування та зменшення навантаження на систему в цілому. Це свідчить про підвищення пропускної здатності системи, що особливо важливо при високому потоці пацієнтів. Водночас надмірне збільшення кількості місць в черзі (понад 5–6) призводить до зниження завантаження лікарів, що може бути економічно не вигідним. Таким чином,

підвищення кількості лікарів-стоматологів дозволяє суттєво покращити якість обслуговування, однак потребує ретельного економічного обґрунтування.

2.2 Аналіз перспектив розвитку підприємства

Після прийняття управлінських рішень щодо оптимізації роботи клініки, зокрема розширення штату лікарів потрібно оцінити потенційний вплив таких змін на подальший розвиток підприємства. Для цього доцільно здійснити комплексний аналітичний підхід, що включає оновлений SWOT-аналіз та розгляд можливих сценаріїв розвитку [17]. Це дозволяє виявити ключові переваги, недоліки, можливості та загрози, що виникають у нових умовах. Крім того, розгляд різних сценаріїв розвитку дає змогу прогнозувати наслідки різних варіантів дій — від відсутності змін до активного найму персоналу та впровадження автоматизації. Такий підхід допомагає більш чітко сформулювати стратегію розвитку клініки та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

На основі результатів моделювання систем масового обслуговування (СМО) було виявлено, що існуючий штат лікарів не забезпечує належного рівня обслуговування пацієнтів, що зумовило рішення про необхідність розширення персоналу. Для оцінки змін, що можуть відбутися після розширення штату, було проведено повторний SWOT-аналіз. Результати зображені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

SWOT-аналіз діяльності стоматологічної клініки після розширення штату

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> • Збільшена кількість лікарів • Зменшення часу очікування • Підвищення якості обслуговування • Можливість приймати більше клієнтів • Покращення внутрішніх процесів • Висока якість послуг 	<ul style="list-style-type: none"> • Зростання операційних витрат • Потреба в адаптації нових працівників • Відсутність цифрових сервісів (вебсайт, онлайн-запис) • Обмеженість фізичних ресурсів

Продовження табл. 2.6

Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> • Залучення нових клієнтів • Запуск реклами в соцмережах • Впровадження сучасних методів лікування • Розширення спектру послуг • Високий попит на послуги в густонаселеному районі • Підвищення кваліфікації працівників • Низький рівень конкуренції поблизу 	<ul style="list-style-type: none"> • Економічна нестабільність • Дефіцит кваліфікованих кадрів • Посилення регуляторних вимог • Вплив війни на діяльність бізнесу • Зниження платоспроможності населення • Конкуренція з іншими клініками

Проведений SWOT-аналіз показав, що розширення штату лікарів позитивно вплине на діяльність стоматологічної клініки. Збільшення кількості фахівців дозволить скоротити час очікування пацієнтів, покращити якість обслуговування та забезпечити прийом більшої кількості клієнтів. Це створить умови для підвищення доходу та конкурентоспроможності закладу.

Водночас розширення призведе до зростання витрат і потреби в адаптації нових працівників. Деякі слабкі сторони, зокрема відсутність цифрових сервісів, залишаються актуальними та потребують подальших дій. Загалом, розширення штату стало б доцільним кроком для підвищення ефективності роботи клініки та її подальшого розвитку.

У стратегічному плануванні розвитку стоматологічної клініки важливо враховувати кілька можливих сценаріїв подальших дій. Кожен із них має свої наслідки, переваги, обмеження та рівень доцільності залежно від ресурсних можливостей та зовнішніх умов. У цьому контексті доцільно розглянути альтернативні підходи до організаційного розвитку: від збереження статус-кво до активного кадрового чи технологічного розширення.

Перший сценарій передбачає відмову від будь-яких змін у структурі персоналу та функціонуванні клініки. У такому випадку діяльність продовжується в існуючому форматі, без залучення додаткових лікарів чи впровадження цифрових сервісів. Основною перевагою такого підходу є стабільність фінансових витрат, оскільки не виникає потреби в додатковому фінансуванні. Водночас це породжує низку ризиків. Насамперед ідеться про

ймовірно перевантаження медичного персоналу, що може негативно вплинути на якість обслуговування та задоволеність пацієнтів. У довгостроковій перспективі це може призвести до втрати частини клієнтської бази та зниження конкурентоспроможності клініки.

Другий сценарій передбачає розширення штату більш ніж дві одиниці персоналу — наприклад, на трьох або чотирьох лікарів. Такий варіант доцільний за умови прогнозованого зростання попиту на послуги та наявності фінансових можливостей для масштабування. Очікується, що в результаті такого розширення зменшиться навантаження на кожного лікаря, скоротиться час очікування для пацієнтів, покращиться якість обслуговування. Проте цей підхід потребує значних поточних витрат: як на оплату праці, так і на можливе оновлення обладнання чи облаштування додаткових робочих місць. Також існує ризик недовантаження нових фахівців на початкових етапах та потреба в ефективному управлінні більшим колективом.

Третій сценарій передбачає найм двох лікарів — саме так, як було визначено за результатами СМО. Цей варіант є цілеспрямованим та оптимальним з огляду на існуючі потреби клініки. Найм двох спеціалістів дозволяє суттєво розвантажити поточний персонал, знизити час очікування пацієнтів та підвищити якість надання послуг. Крім того, цей сценарій дозволяє краще контролювати операційні витрати порівняно з більш масштабним розширенням, а також спрощує інтеграцію нових працівників у вже існуючу структуру. Однак для успішної реалізації необхідно враховувати процес адаптації нових лікарів та організаційні зміни у роботі клініки.

Четвертий сценарій пропонує інший вектор розвитку — модернізацію без найму нових працівників. Клініка фокусується на цифровій трансформації: впроваджує онлайн-запис, електронну реєстрацію, внутрішні CRM-системи для оптимізації обліку та комунікації. Такий підхід дозволяє значно підвищити ефективність внутрішніх процесів, зменшити адміністративне навантаження на персонал та покращити зручність для клієнтів. Витрати пов'язані переважно з придбанням або розробкою програмного забезпечення та

навчанням персоналу. Водночас варто розуміти, що цифровізація сама по собі не вирішує проблему недостатньої кількості лікарів, а отже, лише частково покращує загальну продуктивність закладу.

П'ятий, комбінований сценарій поєднує кадрове розширення з цифровою трансформацією. У межах цього підходу клініка реалізує рішення, сформоване на основі результатів СМО: наймає двох додаткових фахівців і паралельно впроваджує ключові цифрові інструменти. Такий сценарій вважається найбільш збалансованим, оскільки забезпечує одночасне розв'язання проблеми перевантаження персоналу та організаційну модернізацію. Очікується, що це призведе до зростання пропускної спроможності клініки, скорочення черг, підвищення зручності для пацієнтів, а також зростання лояльності клієнтів. Витрати в цьому випадку є помірними і розподіленими в часі, що робить реалізацію сценарію цілком здійсненною. Основні виклики можуть виникати на етапі впровадження — через необхідність синхронізованого управління змінами, адаптації працівників та технічного налаштування нових процесів.

Результати аналізу сценаріїв наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Аналіз сценаріїв розвитку стоматологічної клініки

Сценарій	Переваги	Недоліки	Витрати	Результати
1.	Мінімальні витрати на персонал	Перевантаження лікарів, довге очікування	Низькі	Зниження якості обслуговування, втрата клієнтів
2.	Зменшення навантаження, більше пацієнтів	Високі витрати на зарплати та навчання	Високі	Покращення обслуговування і збільшення доходу
3.	Оптимальний баланс між витратами і якістю	Потрібен час на адаптацію нових працівників	Середні	Скорочення часу очікування, підвищення якості
4.	Підвищення ефективності робочих процесів	Витрати на впровадження технологій	Середні або високі	Покращення ефективності, зручність для клієнтів
5.	Максимальна ефективність, краща організація	Високі початкові витрати	Високі	Підвищення продуктивності і задоволеності клієнтів

Отже, серед розглянутих сценаріїв найкращими є третій та п'ятий варіанти. Третій сценарій – найм двох лікарів – дозволяє ефективно розвантажити персонал, покращити якість обслуговування та знизити час очікування пацієнтів при відносно помірних витратах. П'ятий, комбінований сценарій, що поєднує кадрове розширення з впровадженням цифрових технологій, забезпечує не лише збільшення пропускної спроможності клініки, але й суттєве підвищення ефективності внутрішніх процесів та зручності для клієнтів. Саме ці два підходи є найбільш збалансованими та перспективними для подальшого розвитку стоматологічного закладу.

2.3 Вибір оптимального кандидата на посаду лікаря-стоматолога з використанням МАІ

У результаті розв'язання задачі масового обслуговування та аналізу перспектив розвитку клініки було встановлено, що для забезпечення її стабільної роботи та скорочення часу очікування пацієнтів необхідно найняти двох додаткових лікарів-стоматологів. Для обґрунтованого відбору кандидатів, з урахуванням їхніх професійних і особистісних характеристик, застосовується метод аналізу ієрархій (МАІ). Цей метод дає змогу здійснювати порівняння альтернатив за визначеними критеріями, оцінювати їхню відносну вагомість і приймати обґрунтовані управлінські рішення на основі поєднання кількісних та якісних даних [18].

У процесі відбору було розглянуто шість кандидатів на посаду лікаря-стоматолога. Кожен з них оцінювався відповідно до встановлених критеріїв з урахуванням доступної інформації та результатів співбесіди.

Альтернатива 1 (А1) – Коваленко Марія Сергіївна має стаж роботи 4 роки, середню кваліфікацію, володіє сучасними технологіями, помірно комунікабельна, працює швидко, із невисокими заробітними очікуваннями.

Альтернатива 2 (А2) – Іванченко Андрій Віталійович працює в галузі 9 років, пройшов додаткові курси, доброзичливий у спілкуванні з пацієнтами, використовує цифрові технології, працює стабільно, очікує середній рівень заробітку.

Альтернатива 3 (А3) – Семенюк Олена Анатоліївна має 6 років досвіду, базову кваліфікацію, позитивні відгуки пацієнтів, застосовує основні технологічні рішення, демонструє стабільну швидкість роботи, заробітні очікування невисокі.

Альтернатива 4 (А4) – Петренко Дмитро Олегович має стаж 11 років, вищу медичну освіту, позитивно спілкується з пацієнтами, активно використовує сучасне обладнання, виконує процедури оперативно, має підвищені фінансові очікування.

Альтернатива 5 (А5) – Литвин Світлана Ігорівна працює 5 років, має середній рівень підготовки, приємна в спілкуванні, володіє базовими цифровими навичками, працює в помірному темпі, очікує помірну оплату.

Альтернатива 6 (А6) – Бондарчук Максим Володимирович має досвід 3 роки, проходив підготовку в медичному коледжі, працює зі стандартними технологіями, рівень комунікації базовий, виконує роботу у звичному ритмі, має високі заробітні очікування.

Для обґрунтованого вибору нового стоматолога було визначено шість основних критеріїв, що враховують як професійні, так і особистісні характеристики кандидатів.

Досвід роботи (К1) є найважливішим критерієм, оскільки він безпосередньо впливає на якість надання послуг та самостійність лікаря. Кваліфікація та освіта (К2) оцінюють рівень підготовки кандидата і його здатність впроваджувати новітні методики лікування. Комунікабельність (К3) важлива для забезпечення психологічного комфорту пацієнтів, що безпосередньо впливає на успішність лікування. Володіння сучасними технологіями (К4) визначає здатність лікаря використовувати цифрові інструменти для точності діагностики та лікування. Швидкість роботи (К5)

має значення для ефективності клініки та обслуговування пацієнтів. Очікуваний рівень зарплати (К6) – бажана сума доходу, яку кандидати розраховують отримувати на посаді.

Найбільшу вагу отримали критерії, які безпосередньо впливають на якість послуг та фінансову ефективність клініки, зокрема досвід роботи, кваліфікація та володіння сучасними технологіями.

На основі визначених критеріїв та альтернатив було побудовано ієрархічну модель задачі, що відображає структуру прийняття рішення щодо вибору лікарів-стоматологів (рисунок 2.4). На верхньому рівні розташована загальна мета, далі – ключові критерії оцінювання кандидатів, а на нижньому рівні – самі альтернативи.

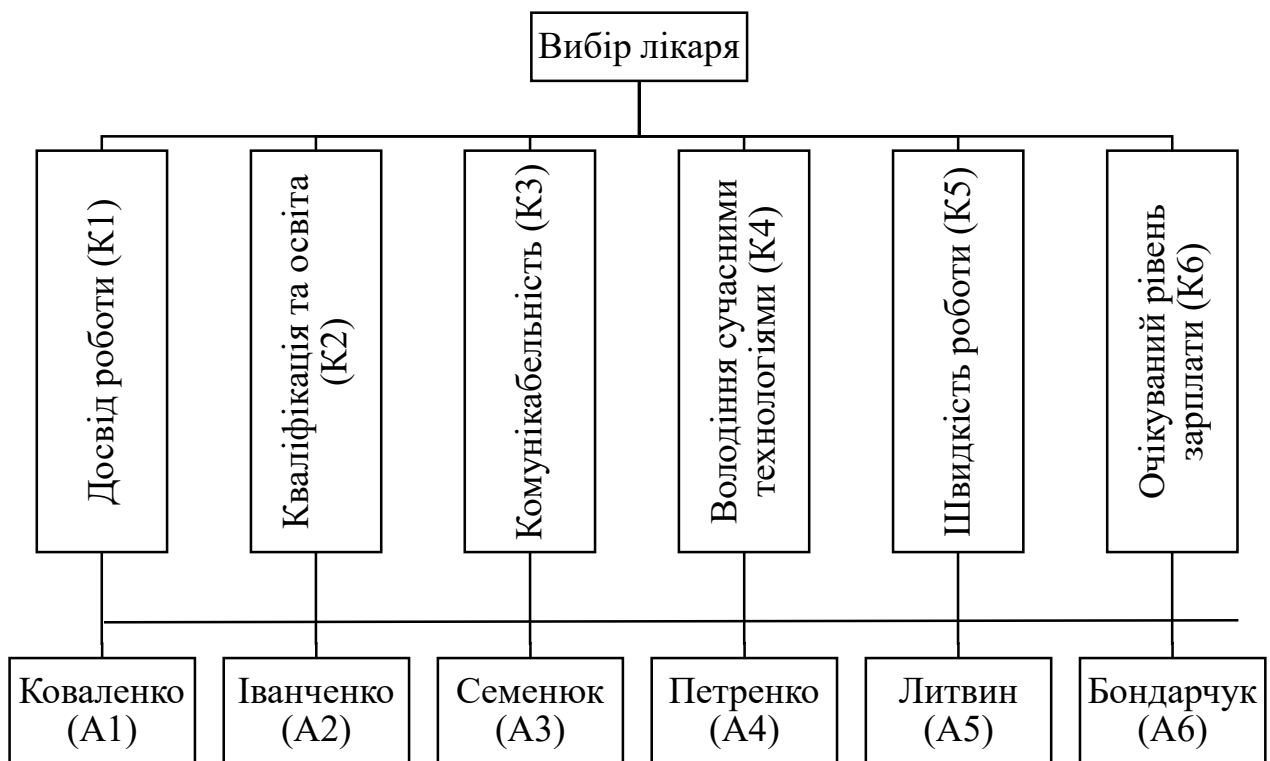


Рисунок 2.4 – Ієрархічна структура вибору лікарів-стоматологів

Потім була побудована матриця попарних порівнянь критеріїв (табл. 2.8)

Матриця попарних порівнянь критеріїв

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1	3	5	7	5	7
K2	1/3	1	3	5	3	5
K3	1/5	1/3	1	3	2	3
K4	1/7	1/5	1/3	1	2	3
K5	1/5	1/3	1/2	1/2	1	3
K6	1/7	1/5	1/3	1/3	1/3	1

Для розрахунку пріоритетів необхідно помножити n елементів кожного рядка і витягувати корінь n -ого степеню, потім нормалізувати отримані числа.

1. Компонента власного вектора i -го рядка обчислюється за формулою $b_i = \sqrt[n]{a_{i1} * a_{i2} * \dots * a_{in}}$. Для даної матриці маємо:

$$b_1 = \sqrt[6]{1 * 3 * 5 * 7 * 5 * 7} = 3,93$$

$$b_2 = \sqrt[6]{\frac{1}{3} * 1 * 3 * 5 * 3 * 5} = 2,05$$

$$b_3 = \sqrt[6]{\frac{1}{5} * \frac{1}{3} * 1 * 3 * 2 * 3} = 1,03$$

$$b_4 = \sqrt[6]{\frac{1}{7} * \frac{1}{5} * \frac{1}{3} * 1 * 2 * 3} = 0,62$$

$$b_5 = \sqrt[6]{\frac{1}{5} * \frac{1}{3} * \frac{1}{2} * \frac{1}{2} * 1 * 3} = 0,61$$

$$b_6 = \sqrt[6]{\frac{1}{7} * \frac{1}{5} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * 1} = 0,32$$

2. Після того, як отримані компоненти власного вектора для всіх рядків проводимо його нормалізацію. Для цього обчислюємо компонент власного вектора: $\sum_{i=1}^6 b_i = 3,93 + 2,05 + 1,03 + 0,62 + 0,61 + 0,32 = 8,56$. Потім кожен елемент b_i ділиться на знайдену суму. Таким чином,

отримуємо нормалізований власний вектор $\bar{X} = \left(\frac{3,93}{8,56}; \frac{2,05}{8,56}; \frac{1,03}{8,56}; \frac{0,62}{8,56}; \frac{0,61}{8,56}; \frac{0,32}{8,56} \right) = (0,46; 0,24; 0,12; 0,07; 0,07; 0,04)$

3. Перевіримо узгодженість матриці. Спочатку розраховуємо значення $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^6 b_i * x_i = 6,35$. Тепер обчислюємо індекс узгодженості: $IУ = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = \frac{6,35-6}{5} = 0,0706$.

4. Відношення узгодженості знаходимо за формулою $ВУ = \frac{IУ}{n_{\text{вип}}}$, де $n_{\text{вип}}$ – число випадкової узгодженості. Для цієї матриці $n_{\text{вип}} = 1,24$.

$$ВУ = \frac{0,0706}{1,2} = 0,0569$$

$ВУ = 5,69\%$, отже умови виконані і матриця добре узгоджена.

Далі формуємо квадратні матриці попарних порівнянь альтернатив за кожним критерієм. Результати порівнянь у шкалі Т. Сааті наведено у табл. 2.9 – 2.14. На основі кожної матриці буде визначено локальні пріоритети альтернатив, які показують відносну перевагу кожного варіанта за конкретним критерієм.

Також розраховується відхилення узгодженості (ВУ), що дозволяє оцінити логічність і послідовність експертних оцінок. Якщо $ВУ < 0,1$, вважається, що рівень узгодженості є прийнятним, і результати можуть бути використані для подальших розрахунків.

Таблиця 2.9

Матриця попарних порівнянь альтернатив за К1

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Локальний пріоритет	ВУ
A1	1	1/5	1/3	1/7	1/5	1/3	0,033	0,064
A2	5	1	3	1/3	3	7	0,242	
A3	3	1/3	1	1/5	2	5	0,125	
A4	7	3	5	1	5	9	0,457	
A5	5	1/3	1/2	1/5	1	3	0,099	
A6	3	1/7	1/5	1/9	1/3	1	0,043	

Таблиця 2.10

Матриця попарних порівнянь альтернатив за К2

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Локальний пріоритет	ВУ
A1	1	1/3	2	1/3	2	3	0,128	0,023
A2	3	1	5	1/2	3	5	0,268	
A3	1/2	1/5	1	1/7	1	3	0,072	
A4	3	2	7	1	5	7	0,412	
A5	1/2	1/3	1	1/5	1	2	0,078	
A6	1/3	1/5	1/3	1/7	1/2	1	0,042	

Таблиця 2.11

Матриця попарних порівнянь альтернатив за К3

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Локальний пріоритет	ВУ
A1	1	1/3	1/5	1/9	1/3	2	0,049	0,059
A2	3	1	1/2	1/3	1/3	5	0,115	
A3	5	2	1	1/5	1/2	3	0,143	
A4	9	3	5	1	3	7	0,447	
A5	3	3	2	1/3	1	5	0,209	
A6	1/2	1/5	1/3	1/7	1/5	1	0,037	

Таблиця 2.12

Матриця попарних порівнянь альтернатив за К4

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Локальний пріоритет	ВУ
A1	1	1/3	2	1/5	1	3	0,104	0,034
A2	3	1	5	1/3	2	5	0,233	
A3	1/2	1/5	1	1/7	1/2	3	0,064	
A4	5	3	7	1	3	7	0,438	
A5	1	1/2	2	1/3	1	3	0,121	
A6	1/3	1/5	1/3	1/7	1/3	1	0,039	

Таблиця 2.13

Матриця попарних порівнянь альтернатив за К5

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Локальний пріоритет	ВУ
A1	1	1/3	2	1/5	5	3	0,127	0,054
A2	3	1	5	1/3	7	3	0,245	
A3	1/2	1/5	1	1/7	3	2	0,075	
A4	5	3	7	1	9	5	0,462	
A5	1/5	1/7	1/3	1/9	1	1/2	0,032	
A6	1/3	1/3	1/2	1/5	2	1	0,060	

Таблиця 2.14

Матриця попарних порівнянь альтернатив за К6

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Локальний пріоритет	ВУ
A1	1	5	7	3	6	7	0,451	0,077
A2	1/5	1	4	1/2	3	6	0,155	
A3	1/7	1/4	1	1/5	2	5	0,072	
A4	1/3	2	5	1	4	7	0,237	
A5	1/6	1/3	1/2	1/4	1	3	0,058	
A6	1/7	1/6	1/5	1/7	1/3	1	0,027	

У всіх матрицях попарних порівнянь (табл. 2.9–2.14) значення відхилення узгодженості (ВУ) не перевищує 10%, що свідчить про прийнятний рівень узгодженості експертних оцінок. Такий результат свідчить про достатній рівень злагоженості суджень експертів і мінімізує ризик суб'єктивних перекосів у пріоритетах. Це забезпечує надійність та обґрунтованість результатів, отриманих у межах ієрархічного аналізу.

Після обчислення локальних пріоритетів альтернатив за кожним із критеріїв та визначення глобальних ваг критеріїв, було здійснено обчислення глобальних пріоритетів кожної альтернативи. Результати наведено в табл. 2.15. Отримані значення дозволяють порівняти всі варіанти між собою з урахуванням вагомості кожного критерію впливу.

Результати розрахунків

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Глобальні пріоритети альтернатив
A1	0,0327	0,1281	0,0490	0,1043	0,1266	0,4507	0,0850
A2	0,2425	0,2683	0,1152	0,2332	0,2449	0,1547	0,2296
A3	0,1253	0,0722	0,1426	0,0640	0,0749	0,0717	0,1046
A4	0,4573	0,4118	0,4467	0,4383	0,4618	0,2371	0,4358
A5	0,0994	0,0778	0,2093	0,1215	0,0321	0,0584	0,1028
A6	0,0428	0,0417	0,0372	0,0388	0,0598	0,0275	0,0422
Глобальні пріоритети критеріїв	0,4589	0,2399	0,1204	0,0725	0,0709	0,0373	

За результатами проведеного багатокритеріального аналізу ієрархії (MAI) для вибору кандидатів на посаду лікаря-стоматолога, були отримані глобальні пріоритети альтернатив, що дозволили провести їх ранжування за відповідністю встановленим критеріям. Розглянуті критерії включають досвід роботи, кваліфікацію, комунікабельність, володіння сучасними технологіями, швидкість роботи та очікуваний рівень заробітної плати. На основі отриманих значень було проведено порівняння кандидатів, що дозволило зробити обґрунтований вибір серед запропонованих альтернатив.

Було отримано такий рейтинг претендентів:

1. Петренко (A4) – 43,58%
2. Іванченко (A2) – 22,96%
3. Семенюк (A3) – 10,46%
4. Литвин (A5) – 10,28%
5. Коваленко (A1) – 8,50%
6. Бондарчук (A6) – 4,22%

Кандидат Петренко (A4) є найвідповіднішим, бо він отримав найвищу оцінку за всіма критеріями, що свідчить про його високу кваліфікацію та досвід, а також здатність ефективно працювати в умовах сучасних вимог стоматології.

Іванченко (А2) займає друге місце, що свідчить про хорошу відповідність критеріям, таким як кваліфікація та досвід, хоча й трохи поступається лідеру.

Семенюк (А3) та Литвин (А5) отримали середні оцінки, що дозволяє вважати їх гідними кандидатами. Кандидати Коваленко (А1) та Бондарчук (А6) отримали найнижчі оцінки, а отже, вони не відповідають вимогам до кандидатів на посаду лікаря-стоматолога.

З огляду на отримані дані, найбільш доцільними для прийняття на посаду є кандидати Петренко (А4) та Іванченко (А2), які мають найвищі глобальні пріоритети та найкраще відповідають критеріям вибору. Рекомендується розглянути їх кандидатури як основних претендентів на посаду, з урахуванням потреби клініки в досвідчених та кваліфікованих фахівцях.

2.4 Висновки до розділу 2

В даному розділі було проведено комплексний аналіз ефективності функціонування систем масового обслуговування в умовах стоматологічної клініки та здійснено відбір кандидатів на посаду лікаря-стоматолога із застосуванням методів багатокритеріального оцінювання.

На основі моделювання трьох типів СМО – без черги, з необмеженою та обмеженою чергою – досліджено вплив зміни кількості лікарів або параметра черги на ключові характеристики, зокрема пропускну здатність, ймовірність відмови, завантаження ресурсів, середній час очікування та економічні показники. Виявлено, що збільшення кількості лікарів у СМО без черги призводить до покращення обслуговування лише до певної межі, після чого система втрачає економічну доцільність через зниження завантаженості персоналу. Оптимальним є діапазон від 5 до 6 лікарів. У системах з чергою надмірне розширення кількості місць забезпечує незначне покращення якості обслуговування, але супроводжується суттєвим зростанням витрат. Найбільш

збалансоване функціонування досягається у СМО з обмеженою чергою при раціональному виборі параметра m . Клініка планує поетапне збільшення кількості лікарів: спочатку до 5 осіб, а в перспективі – до 6 лікарів, з урахуванням очікуваного зростання потоку пацієнтів.

Додатково було проаналізовано ефективність роботи СМО при різній кількості лікарів — 3 та 5. Результати показали, що при трьох лікарях система швидко переходить у перевантажений режим навіть за незначної кількості місць у черзі: ймовірність простою практично нульова, а середній час очікування та кількість пацієнтів у черзі стрімко зростають. Це свідчить про недостатню пропускну здатність. У свою чергу, при п'яти лікарях значно покращується якість обслуговування: зменшуються черги, скорочується час очікування та навантаження на систему загалом. Це дозволяє досягти більш збалансованої роботи СМО, знижуючи ризики перевантаження та забезпечуючи комфортний рівень сервісу для пацієнтів.

Крім того, здійснено оцінювання кандидатів на посаду лікаря-стоматолога із врахуванням таких критеріїв, як досвід, кваліфікація, володіння сучасними технологіями, швидкість роботи, комунікабельність та рівень очікуваної заробітної плати. Застосування методу аналізу ієрархій дозволило побудувати відповідну ієрархічну модель оцінювання кандидатів, що забезпечила можливість визначити індивідуальні та глобальні пріоритети кожного з них. За результатами обчислень було проведено ранжування, яке дало змогу обґрунтовано виділити найсильніших претендентів. Найкращі показники продемонстрували два кандидати, які найбільше відповідають вимогам клініки, тому їх рекомендовано для подальшого працевлаштування в клініці.

ВИСНОВКИ

У межах кваліфікаційної роботи здійснено комплексне дослідження діяльності стоматологічної клініки з метою підвищення ефективності її функціонування шляхом застосування сучасних методів системного аналізу та математичного моделювання.

У першому розділі проаналізовано організаційну структуру, напрями діяльності, кадровий склад та ресурсне забезпечення клініки. Проведений SWOT-аналіз дозволив виявити внутрішні резерви розвитку, а також зовнішні загрози, які можуть впливати на стабільність і конкурентоспроможність закладу. Обґрунтовано доцільність використання методу аналізу ієрархій (MAI) та теорії систем масового обслуговування (СМО) як ефективних інструментів для вирішення управлінських задач у сфері охорони здоров'я. Сформульовано дослідницьку проблему та визначено завдання, що охоплюють моделювання навантаження на персонал, підбір кадрових рішень і оцінку економічної доцільності обслуговування.

У другому розділі реалізовано прикладне моделювання роботи клініки з використанням СМО трьох типів: без черги, з необмеженою та обмеженою чергою. Встановлено, що надмірне збільшення кількості лікарів у СМО без черги веде до зниження завантаженості та економічної ефективності, тоді як оптимальною є кількість 5 лікарів. У СМО з обмеженою чергою досягнуто найкращого балансу між якістю обслуговування, витратами та завантаженістю персоналу. Проведено сценарний аналіз варіантів розвитку, зокрема порівняння ефективності функціонування системи при різній кількості лікарів (3 і 5), що дало змогу обґрунтувати доцільність поетапного розширення штату.

Також здійснено багатокритеріальну оцінку кандидатів на посаду лікаря-стоматолога за допомогою MAI. Ієрархічна модель дозволила врахувати професійні та особистісні характеристики кандидатів (досвід, кваліфікацію, комунікабельність, технологічну компетентність, швидкість

роботи та бажаний рівень зарплати). На основі обчислених глобальних пріоритетів рекомендовано до працевлаштування двох найкращих кандидатів.

Загалом, результати дослідження підтвердили ефективність інтеграції математичного моделювання та системного аналізу у процес прийняття управлінських рішень у сфері медичних послуг. Запропоновані підходи можуть бути практично застосовані для оптимізації кадрової політики, підвищення якості обслуговування пацієнтів та зростання економічної ефективності клініки

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лукашевич Д.О., Станіна О.Д. Системний аналіз та оптимізація діяльності стоматологічного кабінету. Інформаційні технології: теорія і практика: Тези VIII (II) Міжнародної Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (Запоріжжя-Харків-Дніпро, 2-4 квітня 2025 р.), [Електронний ресурс] Електрон. дані. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2025. С. 69-71.
2. Драганчук О. Що робить стоматолог. URL: <https://draganchuk.com.ua/news-289-ua> (дата звернення: 25.06.2024).
3. Jayatissa P., Hewarathirane R. A review of dental informatics: Current trends and future directions // Dental Research: An International Journal (DRIJ). 2023. Vol. 5, No 1. [Електронний ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/2307.03686> (дата звернення: 22.04.2025).
4. Model One - Diplomat Dental Solutions. Diplomat Dental Solutions. URL: <https://diplomat-dental.com/product/model-one/> (дата звернення: 26.06.2024).
5. Що таке SWOT аналіз? Дія.Бізнес. URL: https://business.diia.gov.ua/entrepreneur-handbook/item/scho_take_swot_analiz (дата звернення: 02.07.2024).
6. Пересипкіна Т. В. SWOT-аналіз в організації медичного забезпечення дітей шкільного віку / Т. В. Пересипкіна, В. Г. Нестеренко // Громадське здоров'я в Україні: проблеми та способи їх вирішення : матеріали III науково-практичної конференції з міжнародною участю, Харків, 05 листопада 2020 р. – Харків : ХНМУ, 2020. – С. 64–65.
7. Економічна діагностика: Підручник / В. Л. Дикань, І. В. Токмакова, В. О. Овчиннікова та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 284 с.
8. Математичні моделі і методи прийняття рішень для сталого розвитку / О.В. Трифонова, Л. В. Тимошенко, С. А. Ус. – М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 240 с.

- URL: <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/165392> (дата звернення: 30.06.2024).
9. Станіна О. Д. Про один з методів оцінки претендентів на посаду керівника проекту. Наукові інновації та передові технології. N 7(21) 2023 DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-7\(21\)-304-312](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-7(21)-304-312) (дата звернення: 15.10.2024).
 10. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Теорія прийняття рішень» / Уклад.: д.т.н., доцент Л. С. Файнзільберг, к.т.н. В. С. Якимчук. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 26 с.
 11. Коряшкіна Л.С. Практикум за курсом «Методи оптимізації та дослідження операцій». Частина I. Дослідження операцій: навч. посіб. / Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус / М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д.: НТУ «ДП», 2020. – 182 с. URL: <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/166157> (дата звернення: 01.10.2024).
 12. Якимчук Н., Селепина Й. Основи теорії систем. Elib LNTU. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/ЕНП_Якимчук_Селепина/index.html (дата звернення: 07.05.2025).
 13. 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.
 14. Тютюнник Ю. М. Особливості застосування теорії масового обслуговування в економічному аналізі. 2006. Електрон. репозитарій ПДАУ. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/564c6fb3-5556-4dbd-b98f-0b19ac67ba6d/content> (дата звернення: 07.08.2024).
 15. Психологія очікування: чому черга у приймальні зменшує доходи? - MedMarketing. MedMarketing. URL: https://medmarketing.ua/uk/blog/psihologiya-ozhidaniya_38/ (дата звернення: 27.03.2025).

16. Kakoeei, S., Tahmasebi, E., Bahadori, M., Yazdanian, M., Rafiei, E., Mostafavi, M., Zarifpour, L., Modaberi, A. Application of queuing theory and simulation model to reduce waiting time in dental hospital. *Journal of Oral Health and Oral Epidemiology*, 2022; 11(3): 140-145. DOI: 10.34172/johoe.2022.03.
17. Довбня, С., & Куюн, О. (2022). Конкретизація стратегії стоматологічного закладу за допомогою системи збалансованих показників. *Економіка та суспільство*, (46). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-46-1> (дата звернення: 05.02.2025).
18. Ізмайлова, О. В. Системний аналіз [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання циклу практичних робіт «Метод аналізу ієрархій» до виконання циклу практичних робіт «Метод аналізу ієрархій» : для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальностями 123 «Комп'ютерна інженерія» та 125 «Кібербезпека» / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; укладачі : О. В. Ізмайлова. – Київ : КНУБА, 2024. – 28 с. - Бібліогр. : с. 23.
19. Кваліфікаційна робота бакалавра [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т.А. Желдак, Т.В. Хом'як, А.В. Малієнко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. – 32 с.

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№ з/п	Позначення				Найменування	Кількість аркушів	Примітки			
1										
2					Документація					
3										
4	САУ.КР.25.36.ПЗ				Пояснювальна записка	68	Формат А4			
5										
6					Демонстраційний матеріал	14	Презентація на CD-R			
7										
8					Копія роботи	1	Диск CD-R			
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
					САУ.КР.25.36.ДА.ПЗ.					
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Лукашевич Дарина Олександрівна			Матеріали кваліфікаційної роботи	Літ.	Аркуш	Аркушів		
К. розд.		Станіна Ольга Дмитрівна								
Керівн.		Станіна Ольга Дмитрівна				НТУ «ДП», 12; 124-21-1				
Н.контр.		Хом'як Тетяна Валеріївна								
Зав. каф.		Желдак Тімур Анатолійович								

ДОДАТОК Б

Відгук

на кваліфікаційну роботу бакалавра
здобувача вищої освіти групи 124 – 21 – 1
спеціальності 124 Системний аналіз

Тема кваліфікаційної роботи: *«Системний аналіз та оптимізація роботи підприємства в сфері охорони здоров'я»*

Обсяг кваліфікаційної роботи 68 стор.

Мета кваліфікаційної роботи: *розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації управління стоматологічною клінікою з використанням методів системного аналізу та прийняття управлінських рішень*

Актуальність теми полягає у необхідності підвищення ефективності управління стоматологічними клініками в умовах зростаючих вимог до якості медичних послуг і конкуренції на ринку. Застосування методів системного аналізу дозволяє оптимізувати внутрішні процеси та покращити якість обслуговування пацієнтів

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки моделювання, оцінку альтернатив та застосування методів системного мислення для підтримки прийняття рішень

Виконані в кваліфікаційній роботі завдання відповідають вимогам ступеня бакалавра. Оригінальність наукових рішень полягає у комплексному підході до аналізу стратегічних сценаріїв та застосуванні кількісних методів для оцінки їх ефективності

Практичне значення результатів кваліфікаційної роботи полягає у можливості використання для підвищення ефективності управління стоматологічними клініками та оптимізації використання ресурсів. Запропоновані методи також мають потенціал для застосування в інших закладах охорони здоров'я

Висновки підтверджують можливість використання запропонованих стратегічних альтернатив та їх доцільність для впровадження

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі

Зауважень до роботи не маю. Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: *відмінно (95 балів) при відповідному захисті.*

З урахуванням висловлених зауважень автор заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації «бакалавр з системного аналізу».

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра,
к.т.н. доц. кафедри САіУ

Станіна О.Д.

ДОДАТОК В

Тези з конференцій

Міністерство освіти і науки України
 Національний університет
 «Запорізька політехніка»
 Національний технічний університет
 «Дніпровська політехніка»
 Харківський національний університет
 міського господарства імені О.М. Бекетова
 ГО «Системні дослідження»
 ГО МДЦВЕ
 Esslingen University of Applied Sciences
 University of Koblenz
 Cardiff University
 Kırklareli University
 Universidad Politécnica de Madrid



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА

II (VIII) Міжнародна Інтернет-конференція
 здобувачів вищої освіти і молодих учених

2-4 квітня 2025 р

Тези доповідей

Запоріжжя-Харків-Дніпро
 Україна

ЗМІСТ

Вітальні слова учасникам конференції.....	5
Желдак Т. Привітання від НТУ «Дніпровська політехніка» (НТУ «Дніпровська політехніка»)	5
Новожилова М. Привітання від Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова (ХНУМГ імені О.М. Бекетова)	6
Бакурова А. Привітання від НТУ «Запорізька політехніка» (НУ «Запорізька політехніка»)	8
Широкорад Д., Левашов Д. Вітання від випускників кафедри системного аналізу та обчислювальної математики НУ «Запорізька політехніка» (НУ «Запорізька політехніка», Нідерланди)	9
Пленарні доповіді.....	11
Götz Grimmer, Clemens Klöck, Steffen Schober, FMCW-radar road user detection, based on edge devices data processing with quantized neural network (Esslingen University of Applied Sciences, Germany)	11
Khabarлак K. Novel approach for effective plant pest monitoring using knowledge distillation (Dnipro University of Technology)	16
Pasindu Manisha Kuruppuarachchi, Trust analyzer for IoT ecosystems (Munster Technological University, Ireland)	18
Hrynchenko P.V., Bakurova A.V. Application of wavelet analysis for data validation in risk assessment systems (National University «Zaporizhzhia Polytechnic»)	19
Ликова В.І., Черкасова В.В. Веб-дизайн для інклюзивності: розробка адаптивних інтерфейсів для людей з обмеженими можливостями в поствоєнний період (ХНУМГ ім. О.М. Бекетова)	23
Секція I. Моделювання, аналіз та оптимізація складних систем.....	25
Daniel Fritz, Steffen Schober, Götz Grimmer, Clemens Klöck, Detection and classification of road users based on radar point clouds (Esslingen University)	25
Беспалова К.Ю., Малієнко А.В. Вимоги для розробки програмного забезпечення оптимізації розрахунку розташування зарядних станцій для електромобілів (НТУ «Дніпровська політехніка»)	30

Бондаренко К.С. Асимптотичний розв'язок задачі оптимального керування для лінійного рівняння з похідною хукухари зі швидкоколивними коефіцієнтами (ОНУ ім. І.І. Мечникова)	32
Борт Б.О., Карпенко М.Ю. Моделювання поведінки підприємства в умовах конкурентного середовища (ХНУМГ ім. О.М. Бекетова)	34
Бояр Є.М., Рябенко А.Є. Автоматизація взаємодії з базами даних за допомогою ORM у Python (НУ «Запорізька політехніка»)	36
Братерська Н.М., Новожилова М.В. Інтелектуальне управління якістю міської інформаційної інфраструктури як фактор сталого розвитку міст (ХНУМГ ім. О.М. Бекетова)	38
Голубінка В.П. Методи системного аналізу у задачах оптимізації складних SQL-запитів (НУ «Львівська політехніка»)	41
Дерев'яченко О.В., Желдак Т.А. Оптимізація процесів розподілу ресурсів в перекладацькій компанії «Інтект» (НТУ «Дніпровська політехніка»)	44
Жебрak А.М. Гнучкі методології управління проектами: порівняльний аналіз (ФОП Жебрak А.М.)	46
Канівець М.Р., Ус С.А. SWOT-аналіз підприємства ExtraTraff (НТУ «Дніпровська політехніка»)	48
Кіш В.В., Йовбак Н.І. Принципи GRASP у програмуванні (ДВНЗ «УжНУ»)	52
Kozak I., Kuanets N. Information system for text corpora management through the lens of business requirements (Lviv Polytechnic National University)	54
Козир С.В. Модель формування ціннісно-орієнтованого портфеля проєктів розвитку дуальної освіти (НТУ «Дніпровська політехніка»)	58
Комиза О.В., Ус С.А. Розв'язання задачі формування кредитного портфелю банку з урахуванням багатьох критеріїв (НТУ «Дніпровська політехніка»)	63
Degtyar D.V., Litvinov A.L. Probability model of the functioning of a computer company's website (ХНУМГ ім. О.М. Бекетова)	64
Лубенець Д.Є. Про удосконалення алгоритмів мультиплексного розбиття континуальних множин (НТУ «Дніпровська політехніка»)	67
Лукашевич Д.О., Станіна О.Д. Системний аналіз та оптимізація діяльності стоматологічного кабінету (НТУ «Дніпровська політехніка»)	69
Mariukha V.G., Vasilenko O.V. Application of 20-sim for modeling systems with neural networks (НУ «Запорізька політехніка»)	72

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Коряшкіна Л.С., Лубенець Д.Є. (2023). Математичні моделі та методи мультиплексного розбиття і багатократного покриття множин для задач розміщення-розподілу. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 4, 20 – 31. DOI: [10.32782/IT/2023-4-3](https://doi.org/10.32782/IT/2023-4-3)
2. Коряшкіна Л.С., Череватенко А.П., Коряшкіна Е.О. (2017). Інтеграція ПС-технологій і методів розв'язання неперервних задач оптимального мультиплексного розбиття множин. *Системні дослідження та інформаційні технології*, 4, 97–108. DOI: [10.20535/SRIT.2308-8893.2017.4.08](https://doi.org/10.20535/SRIT.2308-8893.2017.4.08)
3. Коряшкіна Л.С., Лубенець Д.Є. (2024). Системний аналіз та математичне моделювання частково-двоетапних процесів розподілу матеріальних потоків. *Системні технології*, 1, 86 – 99. DOI: [10.34185/1562-9945-1-150-2024-08](https://doi.org/10.34185/1562-9945-1-150-2024-08)
4. Дзюба С.В., Коряшкіна Л.С., Станіна О.Д., Лубенець Д.Є. (2023). Математичні моделі оптимізаційних задач частково-двоетапної евакуації населення із зонуванням регіону. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 3, 13 – 21. DOI: [10.32782/IT/2023-3-2](https://doi.org/10.32782/IT/2023-3-2)

УДК 519.872

Лукашевич Д. О.¹, Станіна О. Д.²

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ СТОМАТОЛОГІЧНОГО КАБІНЕТУ

Сучасна стоматологія є динамічною сферою, що вимагає постійного удосконалення організаційних процесів та інтеграції новітніх технологій. В умовах зростаючої конкуренції та високих вимог пацієнтів до якості обслуговування, клініки повинні шукати ефективні методи оптимізації діяльності. Одним із ключових завдань є досягнення балансу між ефективністю роботи персоналу, доступністю послуг та економічною доцільністю.

¹ студентка групи 124-21-1, НТУ «Дніпровська політехніка»

² доцент кафедри САУ, НТУ «Дніпровська політехніка», к. т. н.

Оптимальне управління ресурсами передбачає оптимізацію кадрової політики, ефективний розподіл навантаження та впровадження цифрових рішень для покращення організації роботи. Зокрема, зменшення часу очікування пацієнтів є важливим показником якості обслуговування, оскільки затримки призводять до зниження задоволеності та переходу до альтернативних закладів [1]. Таким чином, пошук методів аналізу та оптимізації роботи стоматологічного кабінету є актуальним завданням.

Одним із ключових питань, що постають перед стоматологічними закладами, є визначення оптимальної кількості лікарів та зменшення часу очікування пацієнтів. Для вирішення цієї проблеми було обрано застосування систем масового обслуговування (СМО), які є ефективними інструментами для аналізу та оптимізації процесів, пов'язаних з обробкою запитів у різних сферах діяльності — від обслуговування клієнтів до виробничих процесів. Використання СМО для аналізу роботи стоматологічного кабінету дозволяє моделювати потоки пацієнтів, оцінювати рівень завантаженості медичного персоналу та визначити середній час очікування перед прийомом [2].

Результати дослідження підтвердили наявність серйозних проблем в організації роботи стоматологічного кабінету, що потребують негайного вирішення. Аналіз за допомогою СМО (табл. 1) виявив, що поточна кількість персоналу (три лікарі за зміну) є недостатньою для обслуговування існуючого потоку пацієнтів. Це призводить до значного збільшення часу очікування та нерівномірного розподілу навантаження між лікарями, що, в свою чергу, негативно впливає на якість медичних послуг та рівень задоволеності пацієнтів. Запропоноване рішення полягає у збільшенні кількості лікарів до п'яти та залученні додаткових медичних сестер для покращення координації робочих процесів.

Таблиця 1 – Показники ефективності роботи

Кількість лікарів	Абсолютна пропускна здатність	Відносна пропускна здатність	Імовірність відмови	Середня кількість пацієнтів, що лікуються	Середня кількість незадіяних лікарів	Значення критерію ефективності (дохід)	Дохід на одного лікаря
1	1,091	0,182	0,818	0,818	0,182	0,636	0,636
2	2,112	0,352	0,648	1,584	0,416	1,168	0,584
3	3,043	0,507	0,493	2,282	0,718	1,564	0,521
4	3,860	0,643	0,357	2,895	1,105	1,790	0,447
5	4,542	0,757	0,243	3,406	1,594	1,813	0,363
6	5,075	0,846	0,154	3,806	2,194	1,613	0,269

Висновки. Використання системного аналізу при управлінні стоматологічним закладом дозволить більш рівномірно розподіляти пацієнтів між лікарями, що сприятиме зниженню часу очікування на прийом та підвищенню загальної ефективності клініки. Окрім того, оптимізація кадрової структури дозволить зменшити адміністративне навантаження на лікарів, що підвищить їх продуктивність у наданні медичних послуг.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Психологія очікування: Чому черга у приймальні зменшує доходи? - MedMarketing. (2013, 29 серпня). Взято з <https://medmarketing.ua/uk/blog/psihologiya-ozhidaniya-38/>
2. А. Л. Литвинов. (2018). Теорія систем масового обслуговування. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

Рецензія
на кваліфікаційну роботу бакалавра
здобувача вищої освіти групи 124 – 21 – 1
спеціальності 124 Системний аналіз

Тема кваліфікаційної роботи:

Обсяг кваліфікаційної роботи: _____
Висновок про відповідність кваліфікаційної роботи завданню та освітньо-професійній програмі спеціальності _____

Загальна характеристика кваліфікаційної роботи, ступінь використання нормативно-методичної літератури та передового досвіду

Позитивні сторони кваліфікаційної роботи:

Основні недоліки кваліфікаційної роботи:

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: _____

З урахуванням висловлених зауважень автор (не) заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації «бакалавр з системного аналізу».

Рецензент,
науковий ступінь, вчене звання, посада _____ / ПІБ