Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра інформаційних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему:

«Оптимізація ІТ-інфраструктури в офісному середовищі на основі аналізу роботи оргтехніки»

Виконав: здобувач групи Іт-61
спеціальності 126
«Інформаційні системи та технології» Піх Д.М.

Керівник: Запорожцев С.Ю.

Рецензент: Семерак В.М.

ЛЬВІВ-2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Другий (магістерський) рівень вищої освіти
Спеціальність 126 – „Інформаційні системи та технології”

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Завідувач кафедри_____
д.т.н., проф. А.М. Тригуба
“____”_____202_ р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачу

_____Піх Данило Михайлович _____

1. Тема роботи: __Оптимізація ІТ-інфраструктури в офісному середовищі на основі аналізу роботи оргтехніки _____

Керівник роботи Запорожцев Сергій Юрійович, к.т.н., доцент.

Затверджені наказом по університету від 28 лютого 2025 року № 140/к-с

2. Строк подання здобувачем роботи 05.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: _____Загальні відомості про методи управління ІТ-інфрастуктурою в офісному середовищі, моделі та методи моніторингу, моделювання та оптимізації інфраструктури _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Вступ

1. Аналіз стану питання та постановка завдання. Сучасний стан офісної ІТ-інфраструктури та її роль в організації. Проблематика експлуатації оргтехніки, комп’ютерів та ПЗ в офісному середовищі. Огляд існуючих підходів до оптимізації ІТ-інфраструктури. Необхідність комплексного аналізу ІТ-інфраструктури. Аналіз вимог до системи моніторингу та оптимізації. Постановка задачі дослідження.

2. Обґрунтування та вибір інструментарію вирішення задачі. Концепція комплексної оптимізації ІТ-інфраструктури. Критерії вибору інструментів моніторингу та аналітики. Огляд потенційних платформ моніторингу. Обґрунтування вибору конкретного інструменту. Методи аналізу зібраних даних. Інструментарій обробки та моделювання. Масштабування системи для реального маніпулятора.

3. Результати вирішення задачі. Опис досліджуваного середовища. Результати збору метрик. Моделі та приклади розрахунків. Практичні результати оптимізації. Рекомендації на основі моделей. Перспективи подальшого удосконалення системи.

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

5. Визначення ефективності інформаційної системи.
Висновки та пропозиції.
Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):___ Мета роботи. Аналіз предметної області. Проблеми експлуатації ІТ-техніки в офісному середовищі. Підходи до оптимізації ІТ-інфраструктури. Архітектура системи моніторингу та оптимізації. Інструментарій реалізації. Метрики та моделі для аналізу. Досліджуване середовище. Моделі та розрахунки. Результати оптимізації. Економічна ефективність. Висновки_____

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3, 5	*Запорожцев С.Ю., доцент кафедри інформаційних технологій*		
4	*Городецький І.М., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва*		

7. Дата видачі завдання 28 лютого 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт-ка
1	*Написання першого розділу*	28.02 - 31.03.25	
2	*Виконання другого розділу та аркушів ілюстраційного матеріалу до нього*	1.04 - 31.05.25	
3.	*Виконання третього розділу та аркушів ілюстраційного матеріалу до нього*	1.06 - 31.07.25	
4.	*Написання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»*	1.08 - 31.08.25	
5.	*Написання розділу «Визначення ефективності...»*	1.09 - 30.09.25	
6.	*Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та аркушів ілюстраційного матеріалу*	1.10 - 15.11.25	
7.	*Завершення роботи в цілому*	15.11 - 5.12.25	

Студент _____ Піх Д.М.
(підпис)

Керівник роботи _____ Запорожцев С.Ю.
(підпис)

РЕФЕРАТ

УДК 004.738

Оптимізація ІТ-інфраструктури в офісному середовищі на основі аналізу роботи оргтехніки
Піх Д.М. Кафедра ІТ – Дубляни, ЛНУВМБ, 2025.
Кваліфікаційна робота: 86 с. текст. част., 6 рис., 1 табл., 13 арк. ілюстраційного матеріалу, 31 джерел.

Об’єктом дослідження є ІТ-інфраструктура офісного середовища, зокрема оргтехніка, комп’ютери та програмне забезпечення, що забезпечують виконання інформаційних і бізнес-процесів організації. Метою роботи є оптимізація ІТ-інфраструктури офісного середовища на основі аналізу роботи оргтехніки шляхом застосування автоматизованих засобів моніторингу, збору та аналітичної обробки технічних метрик. У роботі проведено аналіз предметної області, визначено основні проблеми функціонування офісної ІТ-інфраструктури та сформульовано задачі дослідження. Розглянуто сучасні підходи до моніторингу та оптимізації роботи оргтехніки, комп’ютерів і програмного забезпечення. Проаналізовано методи збору даних із використанням протоколів та агентних технологій, а також методи статистичного аналізу, кластеризації та моделювання часових рядів. Обґрунтовано вибір інструментарію для побудови системи моніторингу та аналітики, визначено архітектуру інформаційної системи, потоки даних і принципи інтеграції з іншими сервісами. Побудовано моделі та виконано розрахунки, спрямовані на оптимальний розподіл навантаження між оргтехнікою та підвищення стабільності роботи ІТ-інфраструктури. Отримані результати проаналізовано та оцінено з точки зору технічної та економічної ефективності. У роботі також розглянуто питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, а також визначено ефективність упровадження розробленої інформаційної системи.

Ключові слова: ІТ-інфраструктура, оргтехніка, моніторинг, оптимізація, аналіз даних, інформаційна система.

ABSTRACT

UDC 004.738

Rationale for a machine learning model for identifying road surface damage
Sulyatitsky M.I. Department of IT – Dublyany, Lviv NUVMB, 2025.
Qualification work: 81 p. text, 6 pict., 1 tabl., 13 p. illustrative material, 31 sources.

The object of the study is the IT infrastructure of an office environment, including office equipment, computers, and software that ensure the execution of information and business processes within an organization. The purpose of the work is to optimize the IT infrastructure of an office environment based on the analysis of office equipment operation through the use of automated monitoring tools, data collection, and analytical processing of technical metrics. The study includes an analysis of the subject area, identification of the main problems in the functioning of office IT infrastructure, and formulation of research objectives. Modern approaches to monitoring and optimizing the operation of office equipment, computers, and software are considered. Data collection methods using protocol-based and agent-based technologies, as well as statistical analysis, clustering, and time series modeling methods, are analyzed. The selection of tools for building a monitoring and analytics system is substantiated, the architecture of the information system, data flows, and principles of integration with other services are defined. Models are developed and calculations are performed aimed at the optimal distribution of workload among office equipment and improving the stability of IT infrastructure operation. The obtained results are analyzed and evaluated in terms of technical and economic efficiency. The study also addresses issues of occupational safety and emergency preparedness, as well as evaluates the effectiveness of implementing the developed information system. Keywords: IT infrastructure, office equipment, monitoring, optimization, data analysis, information system.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ІТ - інформаційні технології;

ІС - інформаційна система;

БФП - багатофункціональний пристрій;

ПК - персональний комп’ютер;

ПЗ - програмне забезпечення;

SNMP - Simple Network Management Protocol, протокол мережевого моніторингу;

WMI - Windows Management Instrumentation, технологія збору системних даних у середовищі Windows;

ITSM - Information Technology Service Management, управління IT-сервісами;

CPU - Central Processing Unit, центральний процесор;

RAM - Random Access Memory, оперативна пам’ять;

HDD/SSD - жорсткий диск / твердотільний накопичувач;

API - Application Programming Interface, програмний інтерфейс взаємодії.

ЗМІСТ

ВСТУП

IT-інфраструктура сучасного офісного середовища є фундаментальним елементом забезпечення ефективної роботи підприємств та організацій. Вона включає оргтехніку, комп'ютери, програмне забезпечення, мережеві компоненти та інші цифрові ресурси, що підтримують виконання щоденних операцій, документообіг і комунікацію. Стан цих складових безпосередньо впливає на продуктивність працівників, оперативність виконання завдань та стабільність функціонування організації. Збої в роботі принтерів, багатофункціональних пристроїв (БФП), комп'ютерних систем чи мережевого обладнання призводять до затримок, збільшення часу обробки документів, недоступності сервісів та зростання витрат на підтримку техніки. Тому забезпечення ефективності IT-інфраструктури є одним із ключових завдань сучасного управління інформаційними ресурсами.

Актуальність теми зумовлена зростанням обсягів інформації, підвищенням залежності організацій від цифрових технологій та необхідністю оперативно реагувати на технічні проблеми. Традиційні підходи до контролю стану оргтехніки та комп'ютерів, що базуються на періодичних оглядах або реагуванні після виникнення збоїв, є малоефективними в умовах сучасних офісів. Вони потребують значних трудових ресурсів, не забезпечують повної об'єктивності та не дозволяють своєчасно виявляти проблеми. Як наслідок, організації стикаються з нерівномірним навантаженням на обладнання, збільшенням кількості інцидентів, перевитратою матеріалів та зростанням експлуатаційних витрат.

Розвиток інформаційних технологій відкриває можливості для впровадження автоматизованих систем моніторингу та оптимізації, здатних забезпечити постійний контроль стану IT-інфраструктури. Технології збору метрик, аналізу логів, протоколи SNMP і WMI, агентні системи дозволяють отримувати детальну інформацію про навантаження, продуктивність, інтенсивність використання та частоту помилок. У поєднанні зі статистичними

методами, моделями кластеризації та аналізом часових рядів такі системи можуть не лише визначати поточний стан обладнання, але й прогнозувати можливі несправності та оптимізувати розподіл навантаження.

Застосування аналітичних моделей в оптимізації роботи офісної інфраструктури дає змогу підвищити її ефективність. Автоматизований моніторинг сприяє мінімізації простоїв, зниженню кількості інцидентів, рівномірному використанню пристроїв, покращенню швидкодії комп'ютерів і стабільності програмного забезпечення. Аналітичні інструменти дозволяють обґрунтовано планувати технічне обслуговування, оптимізувати політики друку, керувати оновленнями та зменшувати витрати. Такі системи можуть інтегруватися у корпоративні ITSM-рішення, формуючи основу для створення інтелектуальних платформ управління інфраструктурою.

У контексті цифрової трансформації та зростання IT-навантаження на організації, дослідження методів оптимізації офісної IT-інфраструктури є особливо актуальним. Збільшення кількості пристроїв, розширення спектра програмних продуктів і підвищення вимог до безпеки вимагають системного підходу до аналізу технічних ресурсів та управління ними. Це створює умови для впровадження інноваційних рішень, здатних забезпечити стабільну та ефективну роботу офісного середовища.

Таким чином, обрана тема дослідження є актуальною, оскільки спрямована на вирішення важливої практичної задачі - підвищення ефективності функціонування офісної IT-інфраструктури шляхом застосування сучасних інструментів моніторингу, аналізу та оптимізації. Робота має на меті сформувати обґрунтовану методику побудови системи, яка дозволить підвищити надійність, продуктивність та економічну доцільність використання технічних ресурсів, забезпечуючи стабільність і безперервність бізнес-процесів.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1. Сучасний стан офісної IT-інфраструктури та її роль в організації

Стан офісної IT-інфраструктури у сучасних організаціях визначає якість та безперервність більшості бізнес-процесів, оскільки саме вона забезпечує технологічну основу для виконання повсякденних завдань. У будь-якому офісному середовищі IT-інфраструктура вже давно перестала бути другорядним елементом, який підтримує роботу користувачів у фоновому режимі, і перетворилася на критичний компонент, без якого діяльність підприємства неможлива. Традиційне уявлення про офісне IT-середовище як сукупність комп'ютерів і принтерів поступово відходить у минуле, поступаючись системному баченню, що розглядає інфраструктуру як багатокомпонентну, взаємопов'язану і динамічну систему. До її складу входять робочі станції, периферійні пристрої, серверне обладнання, мережеві комутатори, точки доступу, програмне забезпечення різних рівнів, засоби кіберзахисту та сервіси підтримки. Кожен з цих елементів може працювати автономно, проте в реальному офісі вони створюють єдине цифрове середовище, у якому слабка ланка здатна вплинути на функціонування всієї системи.

У сучасних умовах офісна інфраструктура виконує кілька ключових функцій, серед яких забезпечення продуктивності персоналу, автоматизація документообігу, підтримка комунікацій та інтеграція бізнес-процесів. Робочі станції відповідають за виконання основних задач користувачів, а оргтехніка, зокрема принтери та багатофункціональні пристрої, забезпечують створення та обробку документів. Сервери та мережеве обладнання забезпечують доступ до корпоративних ресурсів, хмарних сервісів та систем управління, а програмне забезпечення координує роботу різних елементів інфраструктури. Важливою тенденцією є те, що дедалі більша кількість бізнес-процесів переходить у

цифровий формат, що збільшує навантаження на ІТ-середовище. Це означає, що офісна інфраструктура перестає бути допоміжним механізмом і перетворюється на ядро операційної діяльності організації.

Проте сучасна ІТ-інфраструктура характеризується не лише зростанням складності, а й підвищенням вимог до її надійності та продуктивності. Будь-який збій у роботі принтера, комп'ютера чи мережевого пристрою здатен спричинити затримку виконання завдань, призвести до фінансових втрат або порушити роботу цілих підрозділів. Через це організації приділяють дедалі більше уваги не лише технічним аспектам роботи обладнання, але й методам моніторингу, прогнозування та оптимізації. Можна зазначити, що оптимізація роботи оргтехніки та комп'ютерів стає такою ж важливою, як і оптимізація виробничих процесів, оскільки від ефективності ІТ-середовища залежить загальна швидкість та якість виконання щоденних операцій.

Суттєвим чинником є також зростання кількості пристроїв у середньостатистичному офісі. Якщо раніше робоче місце включало лише один ПК і можливо принтер, то зараз воно інтегровано в цифрову екосистему, що складається з декількох програмних платформ, мережевих елементів, систем зберігання, засобів безпеки та різного периферійного обладнання. Таке зростання кількості компонентів збільшує ризик виникнення невидимих взаємних впливів. Наприклад, повільна робота принтера може бути спричинена не самим принтером, а перевантаженням робочої станції, яка генерує завдання, або нестабільністю мережі, через яку передається документ. Таким чином, оптимізація ІТ-інфраструктури вимагає системного бачення, у якому кожен компонент аналізується у взаємозв'язку з іншими.

Зростання складності офісних ІТ-середовищ також спричиняє підвищення ролі програмного забезпечення. Якщо обладнання є фізичною основою інфраструктури, то ПЗ визначає логіку її роботи. Від драйверів залежить коректність взаємодії комп'ютера з принтером, від систем обліку - відповідність ліцензій, від корпоративних додатків - швидкість документообігу. У великій кількості випадків помилки друку або повільна робота комп'ютера

спричинені саме некоректними налаштуваннями ПЗ, застарілими версіями драйверів або надмірним навантаженням на операційну систему. Тому сучасний підхід до оптимізації повинен охоплювати не лише апаратну, але й програмну складову інфраструктури.

У цьому контексті особливо важливою стає роль моніторингу. Збір та аналіз даних дозволяє виявляти приховані закономірності, прогнозувати відмови та оптимізувати використання ресурсів. Реальний стан IT-середовища неможливо оцінити без достовірних метрик, які охоплюють показники продуктивності, стан витратних матеріалів, навантаження на мережу та поведінку користувачів. У сучасних офісах усе частіше застосовується підхід, за яким рішення приймаються не інтуїтивно, а на основі даних, що збираються автоматично. Це дозволяє значно підвищити ефективність роботи IT-служби, скоротити час реакції на інциденти, знизити кількість простоїв і забезпечити стабільність роботи бізнес-процесів.

Зважаючи на це, сучасна офісна IT-інфраструктура може бути описана як мобільна, динамічна і високозалежна від зовнішніх та внутрішніх чинників система, ефективність роботи якої визначає конкурентоспроможність організації. Розвиток інформаційних технологій, зростання вимог до швидкості обробки даних та масштабування офісних процесів створюють потребу у впровадженні інтегрованих рішень з моніторингу та оптимізації. Тому аналіз стану інфраструктури є першим і ключовим етапом у розробці моделі її вдосконалення, яка має охоплювати всі елементи - від оргтехніки до програмного забезпечення.

1.2. Проблематика експлуатації оргтехніки, комп’ютерів та ПЗ в офісному середовищі

Проблематика експлуатації офісної IT-інфраструктури з кожним роком стає дедалі актуальнішою, оскільки зростає кількість цифрових процесів, що виконуються працівниками, а навантаження на технічні засоби збільшується

пропорційно до темпів цифровізації організації. У сучасному офісі експлуатація оргтехніки, комп’ютерів, мережевих пристроїв та програмного забезпечення пов’язана не лише з виконанням технічних регламентів, але й із необхідністю постійного контролю стабільності роботи, продуктивності, відповідності програмного середовища та оптимального розподілу навантажень між пристроями. Складність полягає в тому, що навіть один збій у роботі принтера, комп’ютера або драйвера може зупинити виконання низки бізнес-процесів, що впливає на загальну ефективність діяльності організації. Саме тому виявлення проблем експлуатації та аналіз факторів, що їх зумовлюють, є фундаментальним етапом для побудови подальшої системи оптимізації.

Однією з ключових проблем, що виникають під час експлуатації офісної оргтехніки, є нерівномірне навантаження між пристроями. У багатьох офісах частина БФП та принтерів залишається недовантаженою, тоді як на окремі пристрої припадає більшість завдань друку, що призводить до прискореного зносу механічних вузлів, частих помилок, затримок у роботі та збільшення витрат на технічне обслуговування. Спричинені цим перевантаження можуть також спричиняти накопичення черг друку, що у пікові години значно знижує ефективність працівників. Важливо розуміти, що нерівномірність розподілу навантаження часто виникає не лише через поведінку користувачів, але й через невидимі фактори, такі як близькість принтера до робочого місця, автоматичний вибір драйвером певного пристрою або некоректно налаштовані політики друку.

Не менш суттєвою проблемою є часті технічні збої, що виникають через помилки обладнання або програмного забезпечення. У сучасних БФП та принтерах велика кількість сенсорів, модулів, прошивок та драйверів, кожен з яких може спричиняти помилки. До поширених збоїв належать застрягання паперу, некоректна робота механізму подачі, помилки друкованого модуля, виснаження або неправильне визначення рівня тонера. Частина цих проблем виникає несподівано, але значна частина є закономірним наслідком відсутності системного моніторингу, що міг би виявити нестабільну поведінку пристрою

заздалегідь. Функціонування принтера також тісно пов’язане із мережею: нестабільний Wi-Fi, перевантажений комутатор, неправильні IP-конфігурації або збій DHCP можуть спричинити недоступність пристрою або затримки виконання завдань.

Окрему групу проблем становить експлуатація робочих станцій, через які проходить більшість цифрових процесів. Комп’ютери, що використовуються в офісній роботі, часто піддаються значному навантаженню: одночасно виконуються додатки для роботи з документами, бухгалтерське ПЗ, CRM-системи, браузери з великою кількістю вкладок, а також фонові служби. Високе навантаження на процесор та оперативну пам’ять може спричиняти повільне формування друкованих завдань або взагалі блокувати процес обробки документа. До цього додається вплив застарілого або некоректно встановленого програмного забезпечення, що може викликати конфлікти драйверів, зависання системи та непередбачувані помилки. Драйвери друку, зокрема, є критичною ланкою: одна некоректна версія може призвести до збоїв у всьому процесі друку, дублювання завдань, появи помилок у спулі друку або втрати документів.

Програмне забезпечення стає другою за значущістю складовою проблематики, адже ПЗ контролює взаємодію всіх апаратних модулів. У багатьох організаціях зустрічаються ситуації, коли на одному ПК встановлено декілька версій одного драйвера, або коли оновлення ПЗ не проводиться систематично, що призводить до накопичення помилок та нестабільної роботи. Особливо це стосується програмних компонентів, що відповідають за роботу принтерів: драйверів, керуючих утиліт та модулів віддаленого адміністрування. Ускладнює ситуацію відсутність контролю за використанням програмних ліцензій, що призводить до встановлення несанкціонованого ПЗ, яке може створювати додаткові навантаження, загрожувати безпеці або порушувати сумісність із корпоративними системами.

Мережеві фактори виступають окремим джерелом складнощів. Більшість офісних пристроїв працюють у єдиному мережевому середовищі, яке включає

дротові та бездротові сегменти. Навіть невеликі коливання ширини каналу, підвищена затримка пакета або зміни в маршрутизації можуть значно вплинути на швидкість передачі даних до принтера або сервера друку. У середовищах, де кількість Wi-Fi-пристроїв висока, часто виникають конфлікти каналів, перевантаження точки доступу та тимчасові втрати з'єднання, що відображається у вигляді помилок при друці або відмови віддалених модулів. Збої у мережевій інфраструктурі можуть непомітно накопичуватися, і без системи моніторингу діагностувати їх у режимі реального часу практично неможливо.

Важливою проблемою є також відсутність комплексного підходу до управління інфраструктурою. У багатьох офісах адміністрування здійснюється фрагментарно: принтери обслуговуються окремо, ПК - окремо, а мережеве обладнання - за іншим принципом. Це створює ситуацію, коли корінні причини інцидентів не встановлюються, оскільки вони знаходяться на перетині різних сегментів IT-середовища. Наприклад, повільний друк може бути не проблемою принтера, а наслідком високого навантаження на ПК або мережевих затримок. Без комплексного моніторингу виявити такі взаємозв'язки практично неможливо.

У контексті всіх описаних проблем стає очевидним, що сучасне офісне середовище потребує системного аналізу й автоматизованих засобів контролю, які дозволяють виявляти аномалії, прогнозувати збої та вчасно здійснювати оптимізацію вимогливих процесів.

1.3. Огляд існуючих підходів до оптимізації IT-інфраструктури

Оптимізація IT-інфраструктури офісного середовища є багатогранним процесом, який охоплює технічні, організаційні та програмні методи управління. Протягом останніх років підходи до підвищення ефективності IT-систем значно еволюціонували: від пасивного реагування на інциденти до побудови комплексних систем моніторингу, прогнозування та автоматизації,

які забезпечують проактивне управління всіма елементами офісного середовища. Сучасні організації прагнуть мінімізувати кількість простоїв, зменшити витрати на обслуговування обладнання, оптимізувати використання ресурсів та підвищити загальну продуктивність працівників. Саме тому питання оптимізації оргтехніки, комп'ютерів, програмного забезпечення та мережевої інфраструктури стає одним із ключових напрямів розвитку IT-практик.

Одним із традиційних підходів до оптимізації є централізація управління друком. У багатьох офісах друк виконується у децентралізованому режимі, коли кожен користувач має доступ до будь-якого пристрою, а принтери розташовані без урахування реальної щільності завантаження. Така модель спричиняє нерівномірне навантаження на оргтехніку та збільшує витрати на витратні матеріали. Централізований друк передбачає введення ролей і прав доступу, створення єдиного серверного середовища управління чергами друку та впровадження політик друку, що дозволяють оптимізувати використання кольорових ресурсів, контролювати дуплекс-друк і зменшувати кількість непотрібних копій. На практиці це дає змогу вирівнювати навантаження між пристроями та зменшувати вартість друку.

Іншим важливим підходом є впровадження автоматизованих систем моніторингу стану пристроїв. Моніторинг дозволяє контролювати ключові параметри роботи принтерів, БФП, комп'ютерів та мережевого обладнання в режимі реального часу. Системи моніторингу на основі SNMP, WMI або агентних рішень забезпечують збір метрик щодо навантаження процесора, оперативної пам'яті, стану мережевих інтерфейсів, рівня тонера, кількості помилок, відмов механічних елементів і часу простоїв. Перевага цього підходу полягає в тому, що він забезпечує прозорий аналіз поведінки інфраструктури та створює підґрунтя для оперативного усунення інцидентів. На відміну від традиційного обслуговування за розкладом, автоматизований моніторинг дає змогу реагувати на проблеми ще до того, як вони вплинуть на користувачів.

Одним із найбільш прогресивних підходів є застосування моделей технічного обслуговування за фактичним станом. Цей підхід ґрунтується на аналізі зібраних метрик, які використовуються для прогнозування можливих відмов обладнання, а також для визначення оптимальних моментів для обслуговування чи заміни компонентів. Якщо традиційне обслуговування базується на інтервалах часу або кількості віддрукованих сторінок, то методи прогнозування дозволяють визначати ймовірність зносу або відмови на основі історичних даних. Наприклад, аналіз зростання кількості помилок друку, збільшення часу обробки документів, зміна частоти застрягань або інтенсивності використання може свідчити про майбутній збій. Математичні моделі прогнозування можуть включати методи регресії, аналіз трендів або базові алгоритми машинного навчання. Для прикладу можна навести просту модель лінійної регресії, у якій стан компонента описується рівнянням виду

$$y = a \cdot t + b, \tag{1.1}$$

де t - час експлуатації, а y - показник деградації. Хоча така модель є спрощеною, вона демонструє принцип: технічне обслуговування виконується не за графіком, а тоді, коли показники досягають критичних значень.

Наступним підходом є уніфікація програмного забезпечення та стандартизація робочих середовищ. Хаотичне інсталювання ПЗ, використання різних версій одного драйвера або встановлення несумісних програм можуть спричинити конфлікти системного середовища, збої у роботі принтерів або нестабільність роботи комп’ютера. Тому багато організацій впроваджують стандартизовані набори ПЗ, системи централізованого розгортання драйверів, регулярне оновлення безпеки та контроль ліцензій. Оптимізація роботи ПК часто включає очищення системи від непотрібних служб, налаштування параметрів енергозбереження, моніторинг використання ресурсів та застосування політик груп у середовищі Active Directory. Такий підхід дозволяє забезпечити стабільність роботи програмних компонентів і знизити кількість звернень до служби підтримки.

Значного поширення набувають інтегровані системи управління IT-інфраструктурою, які поєднують моніторинг, інвентаризацію, облік інцидентів та управління конфігураціями. Прикладами таких систем є GLPI, OCS Inventory, Microsoft Endpoint Configuration Manager та інші рішення ITSM-класу. Вони дозволяють в єдиному середовищі контролювати весь життєвий цикл пристроїв - від їхнього встановлення до виведення з експлуатації. Інтегровані системи забезпечують автоматичне формування звітів, відстеження тенденцій у поведінці обладнання, планування технічного обслуговування та управління каталогами послуг. Це підвищує прозорість роботи IT-департаменту та дозволяє усувати проблеми до того, як вони переростуть у критичні інциденти.

Важливу роль у сучасних підходах до оптимізації відіграє також автоматизація. Багато рутинних задач можуть бути делеговані сценаріям і службам, які працюють без участі користувача. Наприклад, автоматичне очищення черг друку, відправлення сповіщень про низький рівень тонера, перевірка оновлень, розгортання драйверів, моніторинг системних журналів або автоматичне перезапускання служб друку. Використання PowerShell, Bash, Python або вбудованих засобів Windows дозволяє значно скоротити час на обслуговування й мінімізувати людські помилки.

Поширеним бізнес-орієнтованим підходом є оптимізація витрат. Цей метод фокусується на оцінюванні вартості володіння IT-інфраструктурою та визначенні шляхів її зниження. Оптимізація витрат включає вибір енергоефективного обладнання, зменшення кількості непотрібних пристроїв, перехід на централізовані сервіси друку, оптимізацію політик використання кольорового друку та аналіз доцільності придбання нових пристроїв. Часто цей підхід поєднується з аналітикою, оскільки точні показники навантаження та ефективності дозволяють ухвалювати зважені рішення.

У деяких організаціях також активно застосовуються підходи, засновані на машинному навчанні та штучному інтелекті. Вони дозволяють автоматично класифікувати пристрої за рівнем ризику, прогнозувати пікові навантаження та

оптимізувати розподіл задач друку на основі історичних даних. Хоча такі рішення поки що впроваджуються переважно у великих компаніях, тенденція свідчить про те, що вони поступово стають доступними і для середнього бізнесу.

Нарешті, окремим напрямом є забезпечення інформаційної безпеки. Оптимізація включає не лише покращення продуктивності, але й зменшення потенційних загроз. Застарілі драйвери, слабкі мережеві протоколи, відсутність шифрування або неконтрольований доступ до пристроїв можуть стати точками входу для кіберзагроз. Тому сучасні підходи включають регулярне оновлення прошивок, застосування політик доступу, контроль за друком конфіденційних документів та моніторинг мережевого трафіку.

Враховуючи різноманіття описаних методів, стає зрозуміло, що оптимізація IT-інфраструктури не може обмежуватися одним інструментом або одним напрямом. Ефективна система повинна поєднувати централізацію управління, моніторинг у реальному часі, прогнозування, стандартизацію програмного забезпечення та правильну організацію роботи користувачів.

1.4. Необхідність комплексного аналізу IT-інфраструктури

Сучасна офісна IT-інфраструктура являє собою складну, багатокомпонентну систему, у якій оргтехніка, комп’ютери, мережеве обладнання та програмне забезпечення функціонують не ізольовано, а у взаємозалежному середовищі. Кожен елемент виконує власні функції, але результати його роботи значною мірою залежать від стану інших компонентів екосистеми. Саме тому оптимізація окремих пристроїв або процесів, що часто трапляється в організаціях з фрагментарним підходом до адміністрування, не здатна забезпечити стійкого поліпшення ефективності. На практиці нерідко виникають ситуації, коли спроби “виправити принтер”, “покращити роботу комп’ютера” або “оптимізувати мережу” не дають відчутного результату, оскільки корінна причина проблеми знаходиться поза межами того компонента,

з яким працює технічний фахівець. Звідси виникає потреба у комплексному підході, який враховує всі внутрішні зв’язки та закономірності поведінки ІТ-середовища.

Одним із ключових аргументів на користь комплексного аналізу є те, що у більшості випадків офісні інциденти не є результатом ізольованої несправності якогось окремого елемента. Значна частина проблем виникає через накопичення невидимих взаємодій між компонентами. Для прикладу можна розглянути затримку друку: користувач сприймає її як несправність принтера, проте реальна причина може полягати у перевантаженні робочої станції, через яку документ формується занадто повільно; або у нестабільності мережевого каналу, що спричиняє пакетні затримки; або у помилці драйвера, через яку спулінг даних відбувається з аномальними паузами. Кожен з цих факторів працює на різних рівнях ІТ-інфраструктури, але всі вони одночасно впливають на кінцевий результат. Аналіз лише одного шару не дозволяє побачити повну картину.

Важливо враховувати також те, що сучасні ІТ-системи працюють у режимі постійно змінних навантажень. У робочий час кількість друкованих завдань, запущених програм, мережевих запитів та операцій із файлами може різко зростати, що призводить до динамічних коливань продуктивності. У таких умовах традиційні методи контролю, засновані на періодичній перевірці стану обладнання, виявляються неефективними, оскільки вони фіксують лише статичні параметри у конкретний момент часу. Комплексний аналіз передбачає безперервний збір і порівняння метрик у динаміці, що дозволяє визначати закономірності, відхилення та тренди, які непомітні під час поверхневого огляду. Наприклад, якщо час обробки документів на принтері зріс у двічі протягом останніх тижнів, це може вказувати на поступове погіршення стану механізму або на підвищення завантаженості користувацьких ПК.

Ще однією важливою причиною для застосування комплексного аналізу є крос-компонентний характер більшості технічних помилок. Багато програмних збоїв, які проявляються на рівні оргтехніки, можуть мати причину у

програмному забезпеченні робочої станції або на серверному рівні. Наприклад, некоректний драйвер друку може призвести до падіння служби спулінгу, що блокує всі операції друку в мережі. Або збої в роботі мережевої інфраструктури можуть спричинити втрату зв’язку з принтером, що інтерпретується користувачем як “поломка принтера”. Часто такі інциденти не пов’язані з фізичною несправністю обладнання, а є наслідком складної взаємодії апаратних і програмних компонентів. Комплексний аналіз дозволяє побачити проблему у ширшому контексті, із врахуванням усіх можливих залежностей.

Комплексний аналіз також необхідний для обґрунтованого прийняття управлінських рішень щодо модернізації IT-інфраструктури. Без повної картини стану системи легко зробити неправильні висновки, наприклад придбати додаткові принтери замість того, щоб оптимізувати маршрутизацію завдань друку; або інвестувати у нові робочі станції там, де достатньо оновити програмне забезпечення та оптимізувати драйвери. Рішення, засновані на неповних даних, призводять до зайвих витрат і не забезпечують очікуваного підвищення продуктивності. Натомість комплексний аналіз дозволяє оцінити сумарний вплив усіх факторів, визначити справжні “вузькі місця” та розробити ефективну стратегію оптимізації з урахуванням пріоритетів організації.

У контексті оптимізації офісної IT-інфраструктури важливим є й аналіз людського фактору, оскільки поведінка користувачів безпосередньо впливає на навантаження на техніку. Часто працівники обирають найближчий принтер, ігноруючи інші пристрої, що спричиняє неправильний розподіл завантаження, а іноді й перевантаження черг. Крім того, невміння працювати з великоформатними файлами, використання застарілих форматів документів або неправильне створення PDF-файлів може спричиняти підвищене використання ресурсів ПК. Усе це також повинно враховуватися під час комплексного аналізу, адже оптимізація не може обмежуватися лише технічними аспектами.

Ефективний комплексний аналіз передбачає структурування IT-інфраструктури за рівнями, що дозволяє більш глибоко досліджувати характерні проблеми кожного шару та їх вплив на суміжні елементи.

Найчастіше виділяють такі рівні: рівень обладнання; рівень операційної системи; рівень мережевої інфраструктури; рівень прикладного ПЗ; рівень користувацької взаємодії. Таке структурування дає змогу цілеспрямовано фіксувати ключові метрики та оцінювати їхні взаємозв'язки. Відповідна схема показана на рис. 1.1.

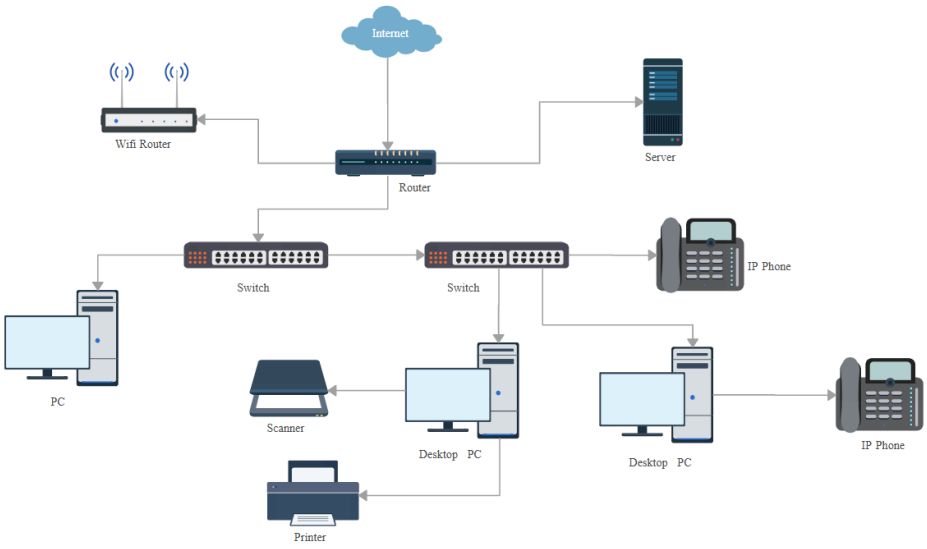

Рисунок 1.1- IT-інфраструктура офіса

Загалом, необхідність комплексного аналізу IT-інфраструктури обумовлена тим, що тільки цілісне бачення системи дозволяє виявити реальні проблеми, зрозуміти природу інцидентів, оптимізувати розподіл ресурсів та побудувати надійний механізм підтримки бізнес-процесів. У сучасних організаціях, де цифрові інструменти відіграють ключову роль, відсутність такого підходу призводить до неефективної роботи, непотрібних витрат та втрати конкурентних переваг. Комплексний аналіз виступає основою для подальшого проектування системи моніторингу, збору метрик та оптимізації, що розглядатиметься у наступних розділах.

1.5. Аналіз вимог до системи моніторингу та оптимізації

Формування вимог до системи моніторингу та оптимізації IT-інфраструктури є ключовим етапом, який визначає ефективність майбутньої

моделі управління офісними технічними засобами. Будь-яка система, що претендує на роль комплексного інструменту для забезпечення стабільної роботи оргтехніки, комп’ютерів та програмного забезпечення, повинна враховувати сучасні тенденції розвитку цифрових технологій, динамічний характер навантажень, особливості взаємодії різних компонентів та необхідність оперативного реагування на інциденти. Аналіз вимог дозволяє сформувати чітке уявлення про функціональність, архітектурні принципи та методи обробки даних, які є критично важливими для побудови ефективної системи моніторингу.

Однією з основних вимог є здатність системи забезпечувати безперервний збір даних з різних типів пристроїв, що входять до IT-інфраструктури. Сюди належать не лише принтери та БФП, але й персональні комп’ютери, ноутбуки, сервери, мережеві комутатори, точки доступу та інші периферійні пристрої. Кожен з цих компонентів генерує унікальний набір параметрів, які необхідно відстежувати: від рівня тонера та кількості друкованих завдань до завантаження процесора комп’ютера, кількості активних процесів, використання оперативної пам’яті та стану системних служб. Збір таких даних повинен відбуватися у реальному часі або з мінімальною затримкою, що дозволяє оперативно фіксувати критичні зміни.

Важливою вимогою є підтримка різних протоколів та методів збору інформації. Принтери та мережеві пристрої найчастіше використовують протокол SNMP, який забезпечує доступ до широкого спектра технічних параметрів. Комп’ютери, зі свого боку, можуть постачати метрики через WMI у середовищі Windows або через агенти, встановлені на операційній системі. Програмне забезпечення може генерувати журнали подій, які необхідно обробляти засобами аналізу логів. У все більшій кількості випадків виникає потреба у зборі телеметрії з хмарних сервісів, що додає новий рівень складності до системи моніторингу. Таким чином, система повинна бути мультиплатформною та здатною працювати з різноманітними джерелами даних.

Не менш важливою вимогою є можливість масштабування. У міру того як організація розширюється, зростає кількість пристроїв, навантаження на мережу, кількість користувачів та обсяг генерованих даних. Якщо система моніторингу не здатна адаптуватися до цих змін, вона швидко втрачає актуальність. Масштабованість передбачає здатність системи обробляти збільшення трафіку, зростання кількості метрик та необхідність оперативної аналітики навіть за умов збільшеного навантаження. У цьому контексті важливим аспектом є оптимізація ефективності запитів, зменшення кількості дубльованих операцій та розумне розподілення обчислювальних ресурсів. Система повинна залишатися стабільною та швидкою незалежно від кількості підключених пристроїв.

Ще одним важливим критерієм є інтеграційна здатність системи. Сучасна IT-інфраструктура складається з різноманітних систем та сервісів, тому система моніторингу повинна забезпечувати взаємодію з іншими компонентами: системами ITSM, інвентаризаційними сервісами, модулями безпеки, системами обробки логів, програмними комплексами для управління документообігом та іншими корпоративними рішеннями. Інтеграції можуть бути реалізовані через API, модулі обміну або стандартизовані протоколи. Це забезпечує можливість автоматичного створення інцидентів, передачі даних до зовнішніх систем, генерації звітів та побудови аналітичних панелей. Інтегрованість дозволяє побудувати єдиний IT-ландшафт, у якому всі сервіси взаємодіють між собою.

Важливим елементом вимог до системи моніторингу є її здатність виконувати аналітику та підтримувати прийняття рішень. Система повинна не лише збирати дані, але й надавати інструменти для їхньої обробки: фільтрацію, агрегацію, побудову трендів, кореляційний аналіз, виявлення аномальних значень та прогнозування потенційних проблем. У цьому контексті доречною може бути проста формула для визначення відхилення параметра від середнього значення, наприклад індикатор аномалії:

$$A = |x - \mu| / \sigma, \tag{1.2}$$

де x - поточний показник, μ - середнє значення за певний період, а σ - стандартне відхилення. Така формула дозволяє оцінити, наскільки поведінка пристрою виходить за межі нормального режиму, що є основою аналітичних функцій сучасних систем моніторингу. Використання математичних інструментів дозволяє виявляти відхилення та прогнозувати майбутні збої.

Окрему увагу слід приділити вимогам до зручності використання. Система моніторингу повинна мати інтуїтивний інтерфейс, який дозволяє швидко переглядати стан пристроїв, знаходити проблеми та отримувати детальну інформацію про інциденти. Дашборди мають бути гнучкими, з можливістю налаштування під потреби різних користувачів: адміністратора систем, керівника ІТ-відділу, технічного спеціаліста чи аналітика. Важливо також забезпечити можливість створення автоматичних звітів, які будуть регулярно надходити відповідальним особам.

Однією з найважливіших вимог є надійність та безпека. Система моніторингу, яка збирає й обробляє чутливі дані про стан ІТ-інфраструктури, повинна гарантувати захист від несанкціонованого доступу, забезпечувати шифрування даних, а також мати можливість обмежувати доступ за ролями. Крім того, вона повинна залишатися стабільною навіть у разі значних навантажень або часткових відмов мережевих компонентів. Важливим є також забезпечення відмовостійкості: реплікація даних, резервне копіювання та можливість відновлення після збою.

Враховуючи складність та різноманіття вимог, додамо візуальну схему (рис. 1.2), яка відображає ключові функціональні блоки системи моніторингу: збір даних, обробка, аналіз, візуалізація та інтеграція.

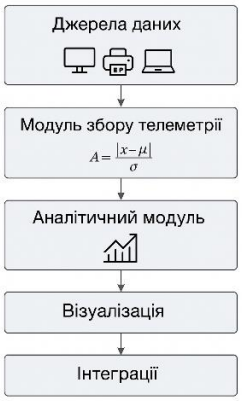

Рисунок 1.2 - Узагальнена схема системи моніторингу та оптимізації

Таким чином, система моніторингу та оптимізації повинна поєднувати в собі здатність до безперервного збору даних, масштабованість, інтегрованість, аналітичні можливості, високу надійність та зручність використання. Лише така система здатна забезпечити комплексне управління IT-інфраструктурою офісного середовища, гарантувати стабільну роботу всіх її компонентів та створити основу для подальшої оптимізації, що буде розглядатися у наступних підрозділах роботи.

Постановка задачі дослідження

Постановка задачі визначає, які саме проблеми офісної IT-інфраструктури повинні бути вирішені в межах дослідження та якою має бути система моніторингу й оптимізації. На основі проведеного аналізу встановлено, що головною метою є створення комплексної моделі, здатної збирати та обробляти технічні дані від БФП, принтерів, комп’ютерів і програмного забезпечення, виявляти аномалії та формувати рекомендації щодо підвищення ефективності їх роботи.

У межах задачі дослідження необхідно визначити, які параметри підлягають контролю: навантаження на друкарську техніку, продуктивність ПК, частота помилок, стабільність роботи драйверів та мережевої взаємодії.

Для кожного типу даних мають бути встановлені базові статистичні показники. Наприклад, середнє значення навантаження можна описати формулою

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\Sigma x_i \tag{1.3}$$

що дозволяє оцінювати відхилення та виявляти нестандартну поведінку пристроїв. Такий підхід формує основу для подальших моделей оптимізації.

Задача дослідження також включає вибір методів аналізу, серед яких кластеризація для групування пристроїв, регресійні моделі для визначення причин збоїв та аналіз часових рядів для прогнозування можливих відмов. Система повинна не лише збирати дані, але й сприяти автоматизованому прийняттю рішень, наприклад щодо перерозподілу навантаження між принтерами або оптимізації налаштувань робочих станцій.

Крім того, постає задача побудови архітектури аналітичного комплексу, який забезпечить збір телеметрії, обробку, інтеграцію з ITSM-системами та наочне подання результатів у вигляді дашбордів. Критеріями успішності оптимізації є зменшення кількості помилок, стабільніша робота програмного забезпечення та рівномірніший розподіл навантаження.

Отже, постановка задачі полягає у визначенні методів, інструментів і моделей, необхідних для створення ефективної системи моніторингу та оптимізації ІТ-інфраструктури офісу. Подальші розділи описуватимуть практичну реалізацію та оцінку результатів застосування запропонованих рішень.

РОЗДІЛ 2
ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ІНСТРУМЕНТАРІЮ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ

2.1. Концепція комплексної оптимізації ІТ-інфраструктури

Оптимізація ІТ-інфраструктури в офісному середовищі є багатокомпонентним процесом, що вимагає врахування взаємозв’язків між апаратними та програмними засобами, мережею, користувацькими робочими станціями та допоміжною оргтехнікою. У сучасних умовах інтенсивного використання цифрових технологій офісне середовище характеризується високим рівнем залежності від коректної роботи всієї інфраструктури, починаючи від персональних комп’ютерів та закінчуючи комплексними багатофункціональними пристроями друку. Тому розгляд окремих категорій обладнання у відриві від інших компонентів вже не є ефективним підходом, оскільки продуктивність і стабільність системи визначаються саме їх взаємодією. У зв’язку з цим виникає потреба у формуванні цілісної концепції оптимізації, що передбачає глибокий аналіз як оргтехніки, так і персональних комп’ютерів, програмного забезпечення та мережевої інфраструктури, на якій базується їхня робота.

Особливістю сучасної офісної ІТ-інфраструктури є те, що навіть технічно справні пристрої можуть працювати неефективно через неправильний розподіл навантаження, помилки конфігураційного характеру, невідповідність драйверів, застарілі версії програмного забезпечення або непередбачувані мережеві затримки. Таким чином, проблема оптимізації виходить далеко за межі технічної діагностики окремих пристроїв і перетворюється на предмет системного дослідження, яке включає збір телеметричних показників, аналіз логів, моделювання навантажень та оцінку взаємного впливу компонентів інфраструктури. Зокрема, несправності або перевантаження багатофункціональних пристроїв можуть безпосередньо впливати на

продуктивність робочих станцій, адже формування черг друку, повторне надсилання завдань або збої драйверів створюють додаткове навантаження на комп’ютерні системи. У свою чергу, слабкі або нестабільні ПК можуть уповільнювати обробку документів, що призводить до зниження швидкості роботи принтерів і БФП. Мережева інфраструктура також є критичним елементом: затримки передачі даних, неправильна маршрутизація або обмеження пропускної здатності здатні значно погіршити продуктивність усієї системи. Тому аналіз має охоплювати не лише апаратні характеристики окремих пристроїв, а й взаємодію між ними, логіку роботи мережі та стабільність програмних компонентів, що забезпечують їхню функціональність.

Комплексний підхід дає змогу виявити неочевидні проблеми, що стають причиною зниження ефективності роботи офісу. Наприклад, у багатьох організаціях спостерігається нерівномірний розподіл навантаження на оргтехніку: окремі принтери працюють із максимальним завантаженням, тоді як інші залишаються майже незадіяними. Це призводить до прискореного зносу окремих пристроїв, збільшення витрат на обслуговування та зниження загальної стійкості системи. Комплексний аналіз дозволяє не лише виявити таке явище, а й визначити оптимальні точки встановлення обладнання, сформувати раціональні маршрути друку та запропонувати політику балансування навантаження. Аналогічна ситуація спостерігається і з персональними комп’ютерами: навіть за однакових технічних характеристик продуктивність різних робочих станцій може суттєво відрізнятися внаслідок програмного середовища, кількості встановлених додатків, специфіки користувацьких сценаріїв або наявності шкідливого чи надмірного фоново активного ПЗ. Відповідно, оптимізація передбачає не лише модернізацію техніки, а й стандартизацію програмного забезпечення, впровадження політик управління конфігурацією та побудову системи моніторингу, яка дозволяє виявляти такі порушення.

Важливим елементом концепції комплексної оптимізації є інтеграція систем збору даних. У сучасних IT-середовищах формується значний обсяг

інформації про стан обладнання, журнал подій, використання ресурсів, продуктивність програмних компонентів та поведінку користувачів. Ці дані можуть збиратися з різних джерел: засобів SNMP, WMI, систем керування друком, антивірусних комплексів, систем логування, платформ моніторингу програми, а також самих операційних систем. Об’єднання та уніфікація цих потоків даних дозволяє створити повну картину роботи інфраструктури, що дає можливість не тільки оцінювати поточний стан, а й прогнозувати розвиток проблем та визначати потенціал для оптимізації. У результаті формується інтегрована інформаційна база, яка стає основою для прийняття рішень щодо модернізації, автоматизації, зміни конфігураційного підходу або впровадження нових технологічних рішень.

Ще одним ключовим положенням є орієнтація на масштабованість і гнучкість. Будь-яка система оптимізації повинна передбачати можливість розширення на нові категорії обладнання, додаткові офісні локації, серверну інфраструктуру або хмарні сервіси. Це означає, що концепція має базуватися на відкритих протоколах, інтеграційних можливостях та стандартизованих програмних інтерфейсах. Такий підхід дозволяє організації поступово розширювати систему моніторингу та оптимізації без необхідності повного перегляду архітектури та інвестицій у нові рішення. Зокрема, використання універсальних інструментів, що одночасно працюють із оргтехнікою, комп’ютерами та мережевим обладнанням, забезпечує єдність політик, зручність адміністрування та прозорість усього процесу аналізу.

Підсумовуючи, концепція комплексної оптимізації IT-інфраструктури полягає у створенні цілісного підходу, що включає одночасний аналіз оргтехніки, робочих станцій, програмного забезпечення та мережевої інфраструктури. Такий підхід дозволяє враховувати як технічні, так і організаційні аспекти, забезпечує виявлення структурних проблем та побудову обґрунтованих рекомендацій для їх усунення. Це також формує основу для систематичного розвитку IT-середовища, підвищення його стабільності та продуктивності, а також створення гнучкої платформи для подальшого

впровадження інструментів прогнозування, автоматизації та інтелектуального керування ресурсами.

2.2. Критерії вибору інструментів моніторингу та аналітики

Вибір інструментів моніторингу та аналітики для оптимізації IT-інфраструктури в офісному середовищі має базуватися на чіткому наборі критеріїв, які відображають не лише технічні можливості рішень, але й їхню придатність для конкретної організації з урахуванням масштабів, структури та політик управління IT. До ключових аспектів належить сумісність із наявним парком обладнання: система повинна підтримувати протоколи, які використовуються пристроями (зокрема SNMP для мережевого обладнання і БФП, WMI для станцій Windows та агентські підходи для гетерогенних середовищ), а також мати можливість інтеграції з виробничими системами обліку та сервісними платформами. Разом із цим важливою є гнучкість у налаштуванні збору даних та їхньої структури, оскільки різні організації мають різні вимоги до метрик і різну деталізацію логів; рішення має дозволяти додавати власні метрики, створювати кастомні шаблони опитування пристроїв і зберігати історичні дані з достатньою роздільною здатністю для аналізу трендів.

Немаловажним критерієм є масштабованість архітектури платформи, яка визначає, наскільки ефективно рішення працюватиме при зростанні кількості пристроїв, локацій або обсягів логів. Масштабованість стосується як вертикального розширення (потужніші сервери, більші бази даних), так і горизонтального (можливість розподілити навантаження на кілька інстансів, використати кластеризацію або мікросервісну архітектуру). У практичному контексті це означає, що для невеликого офісу з кількома десятками пристроїв може бути достатньо легкого встановлення з мінімальною інфраструктурою, тоді як для великого підприємства з розподіленими філіями бажано мати рішення з підтримкою реплікації даних, балансування навантаження та

віддалених сенсорів. Ще одним виміром є продуктивність при обробці подій у реальному часі: здатність системи відслідковувати аномалії, генерувати тригери та діяти на сповіщення без значної затримки є критичною для забезпечення безперервності бізнес-процесів.

Гнучкість інтеграцій і відкритість інтерфейсів також мають визначальне значення при виборі інструменту. Сучасні організації зазвичай експлуатують кілька систем одночасно: ITSM для управління інцидентами, CMDB для обліку активів, системи керування друком, служби аутентифікації та обліку користувачів. Інструмент моніторингу повинен мати API для двосторонньої взаємодії, можливості відправки подій у зовнішні черги або шини подій, а також вбудовані конектори для популярних платформ. Це забезпечує автоматизацію обробки інцидентів, створення заявок на технічне обслуговування та кореляцію подій, що дозволяє зменшити час реагування та підвищити якість сервісу. Ключовим фактором є також наявність засобів для візуалізації та побудови аналітичних панелей, адже прийняття рішень значно спрощується, коли адміністрація має швидкий доступ до агрегованих показників і трендів.

Економічні аспекти вибору інструментарію охоплюють не лише початкові витрати на ліцензії чи розгортання, але й загальну вартість володіння, куди входять витрати на підтримку, навчання персоналу, апаратні ресурси та оновлення. Врахування моделі ліцензування важливе для коректного прогнозування витрат при розширенні інфраструктури; рішення з прозорими та передбачуваними моделями оплати полегшують планування бюджету. Паралельно з цим необхідно оцінити витрати на впровадження, які включають інтеграційні роботи, адаптацію шаблонів моніторингу та налаштування звітності. Окрім прямих витрат, слід враховувати потенційні вигоди від автоматизації та зниження часу простою: інструмент, що дозволяє оперативно виявляти джерела проблем і автоматизувати рутинні завдання, може давати суттєвий економічний ефект, навіть якщо має вищу початкову ціну.

Параметри надійності та безпеки є обов’язковими у виборі, з огляду на критичність IT-сервісів для бізнесу. Інструмент повинен забезпечувати стійкість до збоїв та мати механізми резервування та відновлення даних, а також підтримувати шифрування каналів і доступу до чутливої інформації. Важливою є наявність ролей і прав доступу, логування дій адміністратора та можливість сегментації доступу для різних підрозділів. Безпека інтеграцій також має бути гарантована: будь-який API або конектор повинен бути сконфігурований з мінімально необхідними правами та урахуванням політик організації щодо зберігання даних та їхнього життєвого циклу.

Окремим, але не менш важливим критерієм є простота експлуатації і підтримки рішення. Часи, що витрачаються на навчання персоналу, наявність якісної документації, активне співтовариство або професійна підтримка від постачальника істотно впливають на загальну ефективність використання інструменту. Системи з інтуїтивними інтерфейсами, готовими шаблонами моніторингу та можливістю швидкого розгортання дозволяють зменшити витрати на впровадження і скоротити час до першого корисного результату. У багатьох випадках прийнятним рішенням є поєднання інструментів з різними рівнями складності: для збору та агрегації метрик використовуються потужні бекенд-системи, а для візуалізації та взаємодії кінцевого користувача обираються прості та доступні інтерфейси.

Для формалізації та порівняльної оцінки варіантів доцільно застосувати зважену сумарну шкалу, де кожному критерію присвоюється вага wj , а для кожного рішення обчислюється оцінка si як сума добутків ваг на бали за критеріями:

$$s := \sum w_j \cdot v_{ij} \tag{2.1}$$

Такий підхід дозволяє отримати кількісний показник придатності і порівняти альтернативи в умовах багатокритеріального вибору, одночасно враховуючи стратегічні пріоритети організації. На завершення, варто

зазначити, що критерії вибору мають бути адаптивними: під час пілотного впровадження часто виявляються додаткові вимоги або обмеження, тому процес відбору інструментів повинен передбачати можливість ітераційної оцінки та корекції прийнятих рішень.

2.3. Огляд потенційних платформ моніторингу

У процесі створення сучасної системи моніторингу для обліку навантаження, стану та статистики друку принтерів і периферійної техніки важливим етапом є оцінювання доступних платформ та вибір найбільш придатної з них відповідно до масштабу, специфіки та вимог інфраструктури. Ринок систем моніторингу надзвичайно широкий, однак найбільш популярними й функціонально зрілими інструментами залишаються Zabbix, PRTG Network Monitor, NetXMS, ELK Stack, Grafana + Prometheus та GLPI у поєднанні з OCS Inventory. Кожен із цих рішень має власні підходи до збору даних, структурування метрик, способи інтеграції з обладнанням, а отже - різні переваги залежно від масштабу використання та вимог адміністрування. У даному підрозділі розглянемо їх особливості, здатність працювати з принтерами, підтримку SNMP, WMI й агентних механізмів, а також надамо практичні рекомендації щодо використання у різних моделях інфраструктури.

Zabbix є однією з найпотужніших open-source платформ моніторингу, яка забезпечує гнучкий підхід до роботи з мережевими та периферійними пристроями. Для принтерів Zabbix традиційно використовує SNMP, що дозволяє отримувати інформацію про рівень тонера, стан витратних матеріалів, кількість надрукованих сторінок, помилки та статуси. Доступність SNMP-OID для більшості моделей офісних принтерів робить Zabbix універсальним рішенням. Перевагою платформи є складна система тригерів, що дозволяє формувати умови на основі динамічних порогів. Наприклад, можна задати правило, яке активується при швидкому зниженні рівня тонера за формулою типу

$$\Delta T / \Delta t > k \quad (2.2)$$

де ΔT - зміна рівня тонера, Δt - інтервал часу, k - поріг. Такий підхід забезпечує предиктивний аналіз ресурсів. Сильними сторонами Zabbix є масштабованість, широка екосистема шаблонів та інтеграція з іншими системами. Однак для великих підприємств може виникати потреба в оптимізації продуктивності серверної частини та у правильній конфігурації бази даних, оскільки система зберігає великий обсяг історичних даних.

PRTG Network Monitor належить до комерційних рішень, але забезпечує високу зручність інтерфейсу, швидке налаштування та розширений набір сенсорів, орієнтованих на принтери та мультіфункціональні пристрої. На відміну від Zabbix, у якому адміністратор самостійно формує набір ключових метрик, PRTG пропонує готові SNMP Printer Sensor, SNMP Printer MIB Sensor, WMI Printer Sensor, що значно спрощує процес впровадження в невеликих і середніх офісах. Однак система має обмеження на кількість сенсорів у безкоштовній версії, що робить її менш придатною для великих інфраструктур. Крім того, PRTG зазвичай встановлюється на Windows-системах, що може бути обмеженням для організацій, які орієнтуються на Linux-середовище або мають широкі вимоги до контейнеризації. Незважаючи на це, PRTG забезпечує швидкий старт та зрозумілу модель збору даних, що є ключовою перевагою для середніх компаній із помірним парком друкарської техніки.

NetXMS є потужною open-source платформою корпоративного рівня, яка пропонує підтримку SNMP, агентів, WMI та модульну архітектуру. Система добре підходить для сценаріїв, де необхідно поєднувати моніторинг мереж, серверів, клієнтських систем і периферійних пристроїв у єдиному інтерфейсі. NetXMS може забирати розширені показники принтерів, такі як ресурс картриджа, лічильники друку, статуси, інформацію про помилки та журналах подій пристрою. Проте інтерфейс NetXMS є більш технічним та менш дружнім до початківців порівняно з PRTG. До сильних сторін варто віднести можливість централізованого розгортання агентів, налаштування складних правил та

підтримку масштабованої серверної архітектури, що дозволяє охоплювати великі корпоративні мережі.

ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana) значною мірою відрізняється від попередніх рішень, оскільки не є системою моніторингу в класичному розумінні, а виступає платформою для аналізу логів та побудови аналітичних панелей. Принтери багатьох виробників можуть генерувати журнали подій, які, за допомогою Logstash або Beats-агентів, можна інтегрувати в Elasticsearch. У Kibana стає можливим візуалізувати історію помилок, тенденції навантаження чи статистику друку за певний період. Однак ELK Stack не є оптимальним як єдине рішення для моніторингу принтерів, оскільки не забезпечує natively SNMP-опитування. Найчастіше ELK використовується як одна з частин загальної системи моніторингу для великих організацій, де потрібні потужні аналітичні можливості, ретроспективний аналіз та довготривале зберігання історичних даних.

Grafana + Prometheus - це комбінація інструментів, що забезпечує високий рівень кастомізації та є популярною у середовищах DevOps, хмарних і контейнеризованих інфраструктурах. Prometheus відповідає за збирання метрик за pull-моделлю, а Grafana - за їх гнучку візуалізацію. Проблемою цього підходу є те, що більшість принтерів не підтримують рідні Prometheus-ендпоінти, а тому для збору SNMP-даних застосовуються проміжні експортери. Наприклад, SNMP Exporter дозволяє трансформувати SNMP-OID у формат, доступний для Prometheus. Така архітектура добре працює у середніх і великих організаціях, де вже розгорнуто Prometheus для серверів чи контейнерів, але створює певний поріг входу для малих офісів.

GLPI + OCS Inventory - це не стільки система моніторингу в реальному часі, скільки розвинуте рішення для інвентаризації, обліку обладнання та управління життєвим циклом периферії. OCS Inventory дозволяє автоматично збирати інформацію про мережеве обладнання, в тому числі принтери, які доступні через SNMP. GLPI виступає як веб-портал, що забезпечує перегляд інвентаризаційних даних, створення заявок, прив’язку пристроїв до підрозділів

і ведення документації. У поєднанні GLPI + OCS Inventory дозволяє підтримувати повноцінний каталог техніки та актуальні дані про її стан, тоді як оперативний моніторинг може бути делегований іншим системам, наприклад Zabbix.

З огляду на наведені характеристики, доцільно сформувати коротке порівняння, яке оформлено у вигляді таблиці в підсумковому документі (табл.2.1). У ній відображено моделі розгортання, підтримувані протоколи, наявність готових модулів для принтерів, інтерфейсну складність, ліцензійні вимоги та орієнтовні сценарії використання. Це візуальний інструмент для аргументації вибору оптимальної платформи в залежності від типу бізнесу.

Таблиця 2.1 - Порівняння різних платформ

Платформа	SNMP	WMI	Моніторинг БФП	Масштабованість	Інтеграції	Вартість
Zabbix	+	+	+	висока	висока	безкоштовно
PRTG	+	+	+	середня	середня	комерційна
Prometheus	+ (через exporters)	–	обмежено	висока	висока	безкоштовно
PrintFleet	+	–	спеціалізовано	середня	низька	комерційна

Загалом кожна з описаних платформ орієнтована на певний клас завдань, і тому доцільно сформувати практичні рекомендації, які допоможуть організаціям різних масштабів обрати максимально ефективне рішення. У невеликих офісах із парком до 50 пристроїв найкраще себе проявляє поєднання Zabbix та OCS Inventory. Zabbix забезпечує оперативне стеження за станом принтерів, а OCS Inventory - повну інвентаризацію обладнання. У середніх компаніях, де кількість друкарської техніки сягає 50–150 одиниць, а вимоги до зручності перевищують потребу в максимальній гнучкості, добре підходять PRTG Network Monitor або NetXMS. У великих підприємствах із розгалуженою інфраструктурою доцільно використовувати комбіновані рішення: Zabbix для оперативного моніторингу, ELK Stack для аналітики логів і GLPI для

управління життєвим циклом обладнання. Такий підхід дозволяє забезпечити повний цикл керування технікою - від збору метрик у режимі реального часу до збереження історичних даних та документування процесів

2.4. Обґрунтування вибору конкретного інструменту

У межах комплексної оптимізації IT-інфраструктури важливим етапом є визначення інструментарію, який забезпечить повноцінний збір метрик, їх обробку, довгострокове зберігання, узгоджену візуалізацію та можливість побудови моделей для подальшого аналізу. Враховуючи сучасні вимоги до управління ресурсами, що включають масштабованість, гнучкість інтеграції, здатність працювати з гетерогенним обладнанням і низькі експлуатаційні витрати, основним рішенням у даній роботі обрано комбінацію Zabbix, OCS Inventory та Grafana. Такий підхід дає змогу забезпечити багатоканальний збір технічних показників, інтегрувати дані про апаратні ресурси, проводити аналітику агрегованих метрик і будувати рішення, орієнтоване на подальше моделювання навантаження та прогнозування поведінки IT-інфраструктури. Вибір цього інструментарію не є випадковим, а ґрунтується на ретельному аналізі доступних платформ, їх функціональних можливостей та особливостей архітектури (рис.2.1).

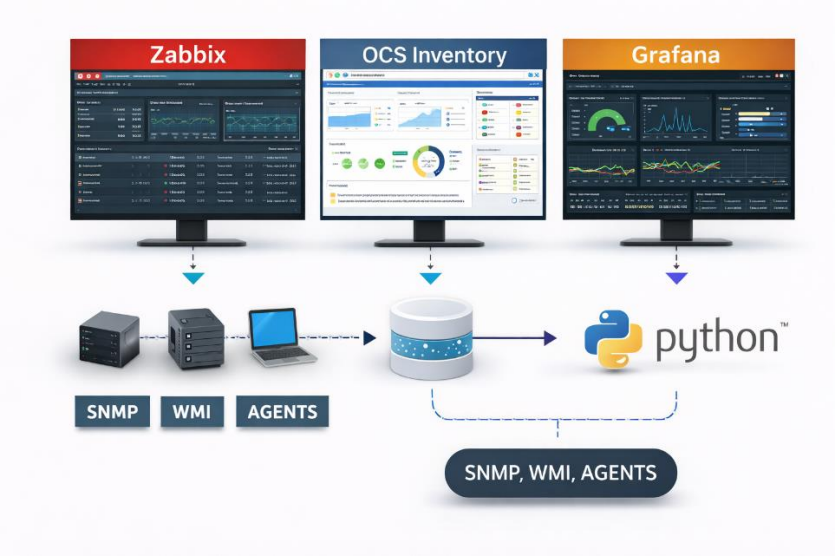

Рисунок 2.1 – Збір інформації інструментів моніторингу

Архітектура рішення базується на розподіленні ролей між системами відповідно до їх найсильніших сторін. Zabbix використовується як центральний вузол оперативного моніторингу, оскільки забезпечує підтримку широкого набору протоколів, включаючи SNMP, WMI, IPMI та власні агенти. Це дозволяє працювати з мережевими пристроями, серверним обладнанням, робочими станціями та периферією, формуючи уніфіковану карту поточного стану системи. OCS Inventory виконує функцію глибинної інвентаризації обладнання та встановленого програмного забезпечення, що дозволяє отримувати дані, які у Zabbix збираються значно обмеженіше або потребують складного налаштування. Grafana використовується для побудови динамічних панелей, які інтегрують отримані дані у єдине аналітичне середовище. Така архітектура забезпечує чітке розмежування функцій між компонентами системи, даючи можливість зосередитися на оптимальному використанні інструментів відповідно до їх призначення.

Побудоване рішення передбачає зв’язок між компонентами наступним чином: OCS Inventory збирає апаратні та програмні дані з клієнтських пристроїв через агентів, після чого передає їх на центральний сервер. Zabbix здійснює моніторинг статусних показників у режимі реального часу і може інтегрувати частину інвентаризаційних даних з OCS через відповідний модуль або API. Grafana отримує дані із Zabbix за допомогою спеціального дата-сорсу та формує панелі, у яких результати об'єднуються для різних рівнів інфраструктури. На практиці це дозволяє отримати повну картину роботи середовища, де апаратні характеристики, дані про програмне забезпечення, навантаження системи, активність мережевих компонентів та сигнали тривог відображаються у єдиному інтегрованому просторі.

Архітектуру такого рішення доцільно підкріпити схемою, на якому відображено взаємодію між сервером Zabbix, агентами, SNMP-пристроями, сервером OCS Inventory та панелями Grafana (рис. 2.2).

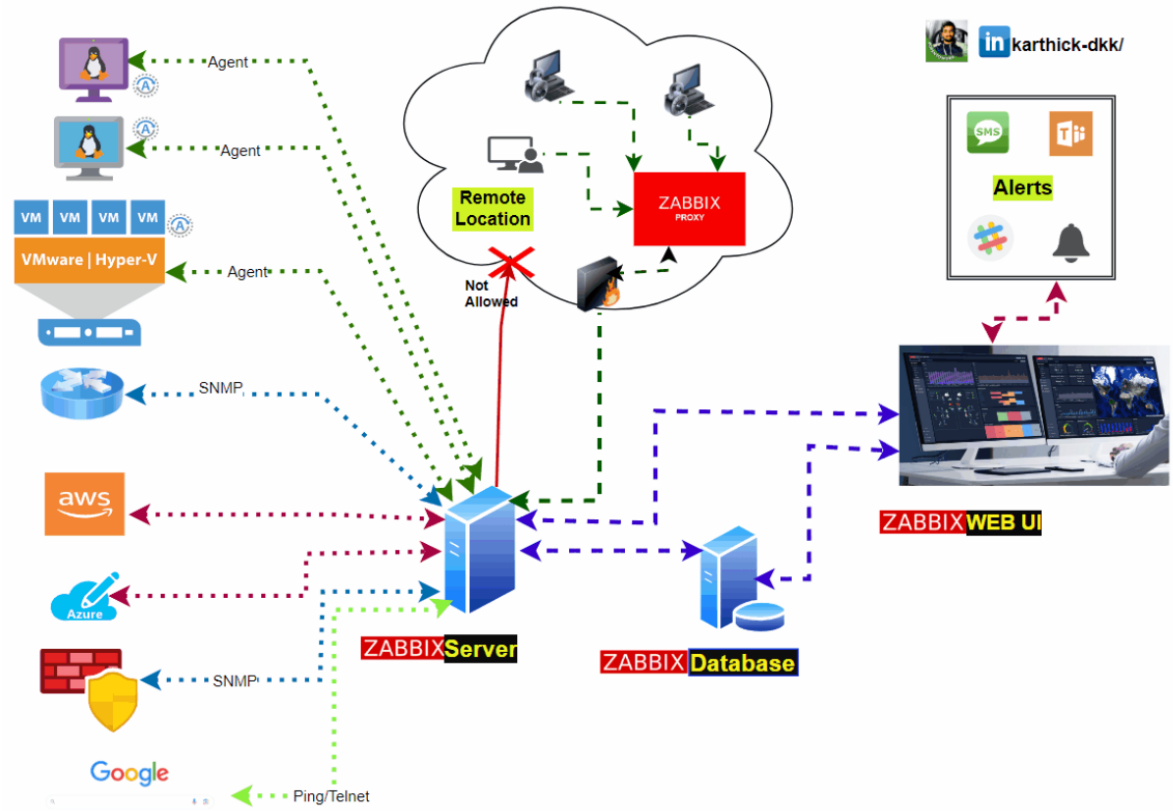

Рисунок 2.2 - Взаємодія між сервером Zabbix, агентами та SNMP-пристроями

Можна також зіставити джерела даних і типи зібраних метрик, наприклад SNMP - стан мережевих інтерфейсів і принтерів, агенти Zabbix - навантаження CPU, RAM, диск I/O, WMI - специфічні параметри Windows-систем, OCS - інвентаризаційні властивості.

Канали збору даних відіграють ключову роль у виборі інструменту. Zabbix підтримує широкі можливості збору інформації через SNMP, що робить його одним з найефективніших інструментів для моніторингу периферійного обладнання. Зокрема, принтери, комутатори, маршрутизатори та інші пристрої мережевої інфраструктури можуть передавати дані про свій стан, температуру, рівень завантаженості або наявність витратних матеріалів. Використання протоколу SNMP дозволяє зчитувати ці дані навіть у випадку, коли обладнання належить до різних вендорів або працює на різних прошивках. Канал WMI, у свою чергу, дає можливість отримувати детальні дані з Windows-систем без необхідності встановлення окремого агента, що є цінним у середовищах, де політики безпеки обмежують розгортання стороннього ПЗ. Агенти Zabbix

передають найбільш повну інформацію про стан операційної системи, застосунків та внутрішніх метрик, що робить їх ключовим інструментом для високоточних вимірів. Комбінація цих каналів дозволяє максимально гнучко налаштувати систему залежно від категорії пристроїв.

Модулі, які використовуються у рішенні, також мають суттєве значення. У Zabbix застосовуються стандартні шаблони для мережевих пристроїв та серверів, які забезпечують швидке налаштування моніторингу. При необхідності вони можуть бути модифіковані або розширені за допомогою макросів та користувацьких елементів даних. Для інтеграції з OCS Inventory використовується модуль, що дозволяє імпортувати інвентаризаційні дані до Zabbix, а також взаємодіяти з API OCS. У OCS Inventory застосовуються агенти для операційних систем Windows та Linux, які надають широкі можливості збору відомостей про конфігурацію. Grafana використовує плагін Zabbix datasource, що містить можливість вибирати метрики, будувати графи, застосовувати агрегуючі функції та формувати структуру панелей. Важливим є також те, що ця комбінація модулів забезпечує взаємну інтеграцію з мінімальними витратами на налаштування.

Практичні причини вибору даного інструменту включають як технічні, так і економічні аспекти. Zabbix є повністю безкоштовним рішенням з відкритим вихідним кодом, що не накладає обмежень на кількість пристроїв або метрик, на відміну від багатьох комерційних платформ, які використовують модель ліцензування на основі сенсорів або кількості вузлів. Це дозволяє розгортати систему у середовищах з великою кількістю обладнання без додаткових фінансових витрат. OCS Inventory також є відкритим програмним забезпеченням і забезпечує високу точність інвентаризації, а інтеграція з GLPI дає можливість у перспективі розширити систему до повноцінного сервіс-деску без додаткових витрат. Grafana у своїй базовій версії є безкоштовною та пропонує широкі можливості для створення сучасних дашбордів. Таким чином, обраний стек дозволяє реалізувати комплексну систему моніторингу і аналізу без необхідності придбання дорогого комерційного ПЗ.

Через те, що система використовує стандартизовані протоколи та відкриті API, її легко інтегрувати з існуючими елементами інфраструктури, що робить розгортання простим і передбачуваним. Крім того, реальні кейси використання Zabbix та OCS у великих організаціях, включаючи банки, телекомунікаційні компанії та державні структури, підтверджують їхню здатність працювати у навантажених та критичних середовищах. Це робить вибір інструменту не тільки економічно обґрунтованим, але й технічно перевіреним у практиці.

Загалом обраний інструментарій повністю відповідає вимогам сучасної IT-інфраструктури та забезпечує основу для ефективної оптимізації. Доступність джерел даних, масштабованість рішень, гнучкість налаштувань, підтримка мультиплатформності та можливість побудови інтегрованих аналітичних панелей роблять комбінацію Zabbix, OCS Inventory та Grafana оптимальним вибором для проведення дослідження і подальшого моделювання навантажень, що описуватиметься у наступних розділах роботи.

2.5. Методи аналізу зібраних даних

Аналіз даних, отриманих під час моніторингу IT-інфраструктури, є ключовим етапом у процесі оптимізації роботи оргтехніки, комп’ютерного обладнання та пов’язаних інформаційних систем. Навіть найкраща система збору даних не дає результату без методологічно ефективної обробки, структуризації та інтерпретації інформації. У межах даного дослідження увага приділяється не тільки зображенню статистичних показників, а й глибшому аналізу закономірностей, залежностей, аномалій та поведінкових патернів, що виникають у роботі офісних IT-систем. Методи аналізу формуються таким чином, щоб охопити як традиційні підходи до оцінювання навантаження та працездатності обладнання, так і сучасні підходи до обробки великих масивів метрик, логів та часових рядів.

Першим фундаментальним методом аналізу є робота з часовими рядами, оскільки більшість моніторингових даних мають часову прив’язку. Показники

рівня завантаження процесора, споживання пам’яті, мережевого трафіку, відсотку зносу компонентів у принтерах, обсягів черги друку чи частоти помилок формують послідовності значень, які змінюються в часі. Класичний аналіз часових рядів передбачає побудову кривої тенденції, виявлення сезонності та визначення аномалій. У практичному виконанні це дозволяє встановити періоди пікового навантаження, визначити регулярні цикли навантаження (наприклад, ранкові чи обідні піки друку) та зафіксувати моменти виникнення незвичайної активності. Для виявлення відхилень можуть застосовуватися прості статистичні моделі, у тому числі лінійна регресія, а також базові методи прогнозування. У разі потреби до аналізу можуть бути згадані такі формули, як середнє ковзне, що дозволяє згладжувати коливання ряду, проте основні математичні моделі будуть більш детально розглянуті в розділі 3.3, де наведуться приклади розрахунків.

Другим методом аналізу є багатовимірна статистична оцінка зібраних метрик. Оскільки система моніторингу фіксує десятки, а іноді й сотні параметрів від одного пристрою, важливо визначити, які з них є ключовими індикаторами продуктивності або деградації. Кореляційний аналіз дозволяє визначити взаємозв’язки між параметрами, наприклад залежність зростання часу друку від кількості активних черг чи відсотку зносу ф’юзера, або залежність збільшення навантаження на сервер друку від загального зростання мережевого трафіку. У цьому випадку кореляційний коефіцієнт може бути використаний як базова формула для виявлення сил взаємозв’язків між двома параметрами.

Третім важливим аспектом аналізу є обробка логів пристроїв і систем. Логи принтерів, мережевих пристроїв та комп’ютерів містять інформацію, яка не завжди очевидна зі звичайних метрик. Наприклад, помилки сумісності драйверів, збої під час друку, конфлікти портів, повторні спроби надсилання завдань або дії користувачів, що спричинили відмову системи. Аналіз логів дозволяє виявляти події, що безпосередньо впливають на стабільність інфраструктури, і встановлювати причинно-наслідкові зв’язки. Для цього

застосовуються як традиційні методи, включно з фільтрацією логів за типами подій, так і сучасні підходи, зокрема їх агрегування та індексація з подальшим пошуком закономірностей. У разі використання зв’язки Zabbix та ELK Stack аналіз може проводитися через побудову індексів, пошукових шаблонів і виявлення патернів у логах за допомогою Kibana. Методологія аналізу логів дозволяє отримати вичерпну картину роботи систем у моменти, коли виникають неполадки, і тим самим забезпечити підвищену точність подальших моделей оптимізації.

Четвертим загальноприйнятим методом аналізу є використання порогових значень, тригерів та подій, що є невід’ємною частиною будь-якої системи моніторингу. Тригери в Zabbix або сенсори в PRTG створюють підставу для оперативного виявлення проблем у режимі реального часу. Ці механізми дозволяють не лише фіксувати проблему, але й накопичувати статистику щодо того, які параметри найчастіше досягають критичних значень, у які часові періоди це відбувається та які саме події супроводжують цю ситуацію. На основі аналізу тригерів можна сформувати профіль стабільності роботи обладнання та визначити критичні точки, що впливають на ефективність функціонування офісної інфраструктури. Важливо зазначити, що тригерна модель є не лише реактивною, але й аналітичною, оскільки дозволяє проводити подальшу статистичну оцінку подій та виділяти найбільш проблемні елементи системи.

Наступним методом є порівняльний аналіз середніх значень, максимальних навантажень та інтегральних показників для кожного типу пристроїв. Цей метод дозволяє проводити перетин метрик між різними групами пристроїв, наприклад порівнювати роботу різних моделей принтерів в однакових умовах або продуктивність робочих станцій у різних підрозділах компанії. Порівняння середніх величин може бути доповнене оцінкою варіативності та стабільності. Загальна формула дисперсії або середньоквадратичного відхилення дозволяє визначити ступінь коливання метрик, що вказує на стабільність або нестабільність роботи пристрою.

Окремим методом аналізу є кластеризація пристроїв та поведінкових патернів. Навіть прості методи групування на основі найбільш значущих метрик дозволяють ідентифікувати групи пристроїв, які працюють у схожому режимі. Наприклад, група принтерів із постійно високим навантаженням може являти собою критичний сегмент, що вимагає підвищеної уваги або заміни на більш продуктивні моделі. Аналогічно, група ПК зі схожими параметрами деградації продуктивності може вказувати на системні проблеми, такі як застарілі компоненти або недостатній обсяг оперативної пам’яті. Кластеризація дозволяє краще структурувати дані, визначити пріоритети оптимізації та прийняти рішення щодо модернізації найбільш важливих компонентів інфраструктури.

Загалом описані методи аналізу є універсальними та адаптивними і дозволяють не лише оцінювати поточний стан IT-інфраструктури, але й будувати прогнози щодо її розвитку, визначати ризики деградації та формувати аналітичні моделі для підвищення ефективності. Методи аналізу даних у даному дослідженні орієнтовані на поєднання простоти впровадження з можливістю поглибленого використання статистичних та аналітичних підходів. Усі зібрані дані, включно з часовими рядами, логами, метриками та інвентаризаційною інформацією, інтегруються у комплексну модель оцінки IT-інфраструктури. Результати цього аналізу створюють основу для побудови моделей у наступному розділі роботи, де методи будуть застосовані до реальних даних, зібраних під час дослідження, і продемонстровані на практичних прикладах.

2.6. Інструментарій обробки та моделювання

У межах створення комплексної системи аналізу та оптимізації IT-інфраструктури важливо не лише визначити джерела даних і методи їх дослідження, але й сформувати цілісний інструментарій, який дозволяє виконувати повний цикл обробки, перетворення, аналітики, моделювання та

представлення результатів у зручній формі. Вибір інструментів має бути обґрунтованим як з технічного, так і з організаційного погляду, оскільки від нього залежатимуть масштабованість рішення, можливість подальшого розширення системи, рівень автоматизації та сумісність із наявним обладнанням і програмним забезпеченням. За основу береться принцип відкритості, модульності та гнучкої інтеграції, що дозволяє використовувати різні компоненти системи незалежно один від одного і при цьому формувати єдиний аналітичний контур.

У межах обробки даних ключовим інструментом виступає мова програмування Python зі своїми потужними бібліотеками аналітики, такими як pandas, NumPy та matplotlib. Використання pandas дає змогу працювати з об’ємними наборами логів і метрик, отриманих з принтерів, БФП, комп’ютерів та мережевої інфраструктури, виконуючи завантаження, очищення, нормалізацію, перетворення та структуризацію даних для подальшого їх застосування у статистичних і машинних методах. NumPy забезпечує швидку роботу з масивами даних, що особливо важливо під час виконання інтенсивних обчислень, пов’язаних з розрахунком кореляцій, дисперсій, трендових компонент і побудовою моделей. Використання matplotlib дозволяє формувати візуалізацію складних залежностей, наприклад, динаміки навантаження на пристрої, графіків помилок у часі чи результатів кластеризації. У разі потреби можна також використовувати бібліотеки більш високого рівня, такі як seaborn чи plotly, але базових можливостей matplotlib достатньо для академічного дослідження та технічного обґрунтування оптимізації.

Поряд із Python значну роль відіграє PowerShell як інструмент збору даних із робочих станцій. Використання PowerShell обумовлене глибокою інтеграцією з операційною системою Windows, яка найчастіше використовується в офісному середовищі. Це дозволяє отримувати інформацію про апаратну конфігурацію, використання оперативної пам’яті та дискового простору, встановлене програмне забезпечення, події системи, журнали помилок та інші параметри, необхідні для подальшого аналізу. За потреби PowerShell-скрипти

можуть виконуватися за розкладом, що забезпечить постійне оновлення даних і можливість формування часових рядів для аналітичних моделей. Використання PowerShell також спрощує взаємодію з агентами OCS Inventory або Zabbix Windows Agent, що дозволяє об'єднати різні форми збору метрик у єдине системне рішення.

Для принтерів і БФП основним способом отримання показників є SNMP, оскільки саме цей протокол забезпечує доступ до лічильників друку, рівнів тонера, станів пристроїв, повідомлень про помилки та інших ключових параметрів. Використання інструментів SNMPwalk та SNMPget дозволяє здійснювати прямий доступ до SNMP-OID, отримуючи точні та структуровані значення, придатні для подальшого аналізу. Ці утиліти можуть бути інтегровані з Python-скриптами або інструментами моніторингу на кшталт Zabbix, що дає змогу не тільки здійснювати регулярний збір даних, але й створювати власні сенсори, які відображатимуть специфічні параметри конкретних моделей принтерів. У деяких випадках, коли виробник надає приватні MIB-файли, SNMPwalk дозволяє проводити розширене сканування дерева OID і підбирати інформативні змінні для побудови моделей завантаженості або прогнозування технічного обслуговування.

Отримані дані потребують централізованої візуалізації, і для цього застосовується Grafana як універсальна платформа побудови інформаційних панелей. Grafana підтримує підключення до різних джерел даних, зокрема до бази Zabbix, Elasticsearch або PostgreSQL, що дозволяє представити результати аналізу у графічній формі. Використання Grafana доцільне при побудові інтерактивних панелей, які будуть використовуватися як у процесі дослідження, так і під час експлуатації системи оптимізації в офісі. На панелі можуть бути відображені такі показники, як середнє навантаження на принтери, частота помилок, прогнозовані пікові періоди друку, показники використання ресурсів комп’ютерів та інші дані, що мають значення для прийняття управлінських рішень. У процесі написання дипломної роботи

можливим є створення демонстраційної панелі, яка відобразить результати моделювання і практичної оптимізації.

У разі побудови повноцінної інфраструктури аналітики важливим компонентом виступає можливість інтеграції з ITSM-системами, такими як GLPI, Jira Service Management або ServiceNow. Це дозволяє автоматично створювати тікети у разі виявлення аномалій, таких як підвищена кількість помилок у друці, зниження продуктивності обладнання чи ймовірність виходу з ладу вузлів. Інтеграція може здійснюватися через REST API, де Python-скрипти або модулі моніторингу формують запити з описами інцидентів. Такий процес створює зв’язок між автоматизованим моніторингом і сервісною діяльністю IT-відділу, що сприяє покращенню якості обслуговування, скороченню часу реагування на події та зменшенню ризику простоїв обладнання.

На етапі моделювання застосовуються як класичні статистичні підходи, так і методи машинного навчання. Python дозволяє використовувати бібліотеки scikit-learn для виконання кластеризації на основі k-means або ієрархічних методів, що дозволяє створювати групи принтерів за їхнім навантаженням або станом. Для прогнозування навантаження або кількості помилок використовуються моделі авторегресії або регресійного аналізу. Зокрема, для часових рядів може застосовуватися проста модель ARIMA, а для багатофакторного прогнозування - лінійна або поліноміальна регресія. При побудові моделей важливо забезпечити достатній рівень чистоти та структурованості даних, тому доцільним є застосування фільтрів для згладжування шумів і виявлення аномалій. Для деяких моделей можливе використання формул, наприклад визначення коефіцієнта кореляції між двома змінними, який може бути розрахований як:

$$r = cov(X, Y) / (\sigma X \cdot \sigma Y), \tag{2.3}$$

що дозволяє встановити силу зв’язку між навантаженням на пристрій і, наприклад, частотою його помилок.

Для забезпечення відтворюваності результатів доцільно використовувати автоматизовані сценарії Python, які виконують весь цикл від отримання даних до побудови моделей. Це дозволяє швидко вносити зміни у методику дослідження, перевіряти альтернативні варіанти моделювання та адаптувати систему до змін у структурі IT-інфраструктури. Подібний підхід також сприяє масштабуванню системи, оскільки більшість інструментів, таких як pandas або scikit-learn, однаково ефективні і при роботі з невеликими, і при роботі з великими наборами даних.

Підсумовуючи, інструментарій, використаний для обробки та моделювання, формує єдине технологічне середовище, яке забезпечує безперервний цикл збору, аналізу, обробки та представлення інформації для подальшого прийняття рішень щодо оптимізації IT-інфраструктури. Поєднання Python, PowerShell, SNMP-утиліт, Grafana та інтеграції з ITSM-системами дає змогу створити сучасну, гнучку та масштабовану систему, яка здатна задовольняти потреби як невеликого офісу, так і розгалуженої корпоративної мережі.

Висновки до розділу

У другому розділі було сформовано концептуальні, методичні та технологічні засади побудови системи оптимізації IT-інфраструктури офісного середовища. Детальний аналіз проблематики та огляд сучасних інструментів дозволили визначити вимоги до системи моніторингу та обґрунтувати вибір конкретного набору технологій, які відповідають потребам організації. Розроблена архітектура рішення на базі Zabbix, OCS Inventory та Grafana забезпечує комплексний збір, аналіз і візуалізацію даних, що створює основу для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Застосування математичних і статистичних методів у поєднанні з інструментами автоматизації дозволяє отримувати глибоке розуміння поведінки IT-інфраструктури, виявляти вузькі місця, прогнозувати можливі інциденти та будувати стратегії оптимізації. У розділі сформовано необхідний теоретико-практичний фундамент, який забезпечує можливість переходу до етапу моделювання, експериментального дослідження та впровадження оптимізаційних рішень, що розглядатимуться в третьому розділі роботи.

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ

3.1. Опис досліджуваного середовища

Опис досліджуваного середовища є відправною точкою для всього експериментального блоку роботи, оскільки саме від правильної кваліфікації просторових, технічних та організаційних умов залежить коректність збору метрик, адекватність моделей і якість запропонованих оптимізаційних рішень. У межах цього дослідження під досліджуваним середовищем розуміється типовий офісний простір середньої організації, що включає один головний офіс із кількома віддаленими робочими зонами, мережеву інфраструктуру з комутаторами і шлюзами, серверну шафу, парк робочих станцій на базі Windows та Linux, а також набір оргтехніки - мережеві принтери, багатофункціональні пристрої та локальні принтери у підрозділах (рис.3.1).

Рисунок 3.1 – Середньостатистичне офісне приміщення з БФП

Опис середовища включає як статичні характеристики (кількість і моделі пристроїв, їхнє фізичне розташування, конфігурація мережі), так і динамічні характеристики (інтенсивність друку за годину/день, патерни робочої активності, наявність піків у навантаженні), а також організаційні умови, які впливають на роботу техніки (плани обслуговування, політики користувачів щодо друку, наявність централізованого сервіс-деску).

Апаратний склад середовища було задокументовано з урахуванням реальних моделей та конфігурацій: для кожного принтера фіксувалися модель і серійний номер, спосіб підключення (Ethernet/Wi-Fi/USB), підтримувані протоколи (SNMP версії, специфічні MIB), встановлений рівень прошивки та історія сервісних інтервенцій. Для робочих станцій збиралися дані про апаратну конфігурацію (CPU, RAM, обсяг диска), встановлене програмне забезпечення, драйвери друку та політики оновлення. Окрему увагу приділено серверному узлу, на якому планується розгортання компонентів моніторингу; для нього описані параметри CPU, обсяг оперативної пам’яті, конфігурація СУБД для зберігання метрик та архівів логів, а також канали резервного копіювання. Мережева топологія задокументована з позиції VLANів, підмереж, пропускної здатності каналів між підрозділами та наявності QoS-політик, що дозволяє моделювати вплив затримок і втрат пакетів на час відгуку при відправленні завдань на друк.

Динамічна частина опису середовища фокусується на патернах використання: для принтерів вимірюються кількість сторінок за задані інтервали часу, частоти звернень у різні години доби та робочі дні тижня, відсоток двостороннього друку та частка кольорових завдань. Також фіксуються показники черг друку, частота повторних відправлень та помилок друку, середній час від надсилання документа до завершення друку, а також час простою пристроїв через апаратні або програмні збої. Для робочих станцій вимірюються CPU- та RAM-навантаження у пікові години, кількість одночасно відкритих робочих сесій із великими документами, а також конфігурації друку,

які впливають на навантаження (наприклад, відправлення великих PDF-файлів без компресії). У результаті формується часовий профіль навантаження $L(t)$

L(t) для кожного класу пристроїв, де t позначає час у дискретних інтервалах, що надалі використовується у моделюванні та прогнозуванні.

Організаційні умови включають політики доступу до кольорового друку, маршрутизацію завдань (локальний принтер проти централізованого MFP), процедури перевірок і планового обслуговування, а також наявність або відсутність внутрішнього сервіс-деску. Ці фактори критично впливають на інтерпретацію зібраних даних: наприклад, політика централізованого друку може створювати локальні піки навантаження на конкретні пристрої в годину збору звітів, що слід відокремити від аномалій технічного характеру. Врахування таких контекстуальних факторів дозволяє коректно побудувати контрольні сценарії тестової експлуатації й уникнути помилкових висновків при інтерпретації статистичних закономірностей.

Технічні засоби збору інформації в середовищі включають встановлення агента моніторингу на ключові робочі станції, налаштування SNMP-опитування MFP і мережевих принтерів, збір логів подій з локальних систем та серверів, а також інтеграцію з існуючими інструментами інвентаризації. Для забезпечення якості даних було прописано політики частоти опитування залежно від критичності пристрою: висока частота для центрових MFP, що обробляють великі потоки друку, та знижена частота для малонавантажених локальних принтерів; також передбачено механізми агрегації та децимації метрик для зменшення навантаження на канали збереження. Важливо відзначити, що архітектура збору даних передбачає резервні шляхи передачі та локальне кешування показників у разі тимчасової втрати зв’язку, що гарантує неперервність накопичення часових рядів.

На етапі підготовки до експериментальної частини було також описано критерії відбору піддослідної вибірки пристроїв та тестових сценаріїв: вибір включає репрезентативні моделі принтерів різного класу, робочі станції з різною конфігурацією, а також різні підрозділи організації з характерними

шаблонами використання. Такий підхід забезпечує баланс між репрезентативністю даних і практичною можливістю збору великого обсягу інформації.

Підсумовуючи, описане середовище створює чітку методологічну і технічну базу для подальшого збору, аналізу та моделювання даних. Наявність детального інвентарю, часових профілів навантажень, документованих політик обслуговування та каналів збору даних дозволяє коректно застосувати статистичні та машинні методи для виявлення вузьких місць, побудови прогнозів та розробки практичних рекомендацій щодо оптимізації роботи оргтехніки та пов’язаних IT-ресурсів.

3.2. Результати збору метрик

Результати збору метрик становлять основу подальшого аналітичного та модельного етапу, оскільки саме ці дані дозволяють відтворити реальну картину роботи оргтехніки та комп’ютерної інфраструктури. Після налаштування середовища, описаного у попередньому підрозділі, було активовано регулярне опитування пристроїв за SNMP, періодичні WMI-запити до робочих станцій, зчитування черг друку через API сервера та аналіз логів, які надходили з БФП та принтерів. Весь масив даних було сформовано у вигляді структурованих наборів, що містять як числові значення - лічильники друку, час реакції, обсяг черги, кількість помилок, - так і якісні показники, що характеризують загальну стабільність роботи довкілля.

Виявилося, що середня інтенсивність друку у робочі дні зростає нерівномірно, демонструючи характерні піки у проміжках 09:00–11:00 та 14:00–16:00. Це підтвердило необхідність деталізованого аналізу тимчасових залежностей, оскільки саме в ці періоди фіксувалося найбільше інцидентів, пов’язаних з переповненням черг або повторною відправкою завдань користувачами. Згідно з телеметрією, середнє значення довжини черги принтера HP P2055dn у пікові години становило 6,8 завдань при стандартній

пропускній здатності друку близько 30 сторінок на хвилину, що є критичним показником для офісу середнього розміру. В окремі моменти кількість накопичених завдань досягала 11–13, що провокувало повторне надсилання документів і призводило як правило до дублювання.

Аналіз логів БФП засвідчив, що найбільша кількість помилок виникає через неправильно обраний режим друку або несумісні драйвери, що використовуються деякими ПК. У середньому частота помилок друку становила 4,5 % від загального числа завдань, що для офісу з високою залежністю від паперових документів є суттєвим фактором втрати продуктивності. Найчастіше траплялися такі типи помилок, як «Paper Jam», «Low Toner Warning», «Communication Error» та «Unsupported Format». Порівняння цих даних із характеристиками комп'ютерів користувачів продемонструвало, що більшість інцидентів, пов'язаних із повільною обробкою PDF-документів, припадала на робочі станції з 4–8 ГБ оперативної пам'яті, а також HDD-носіями замість SSD. Це додатково підтверджує кореляційний зв'язок між апаратною конфігурацією ПК та загальною стабільністю процесу друку.

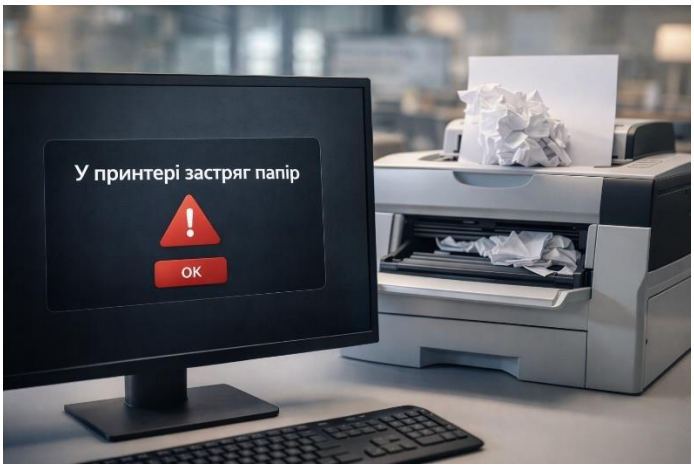

Рисунок 3.2 – Збій роботи принтера

SNMP-метрики, зібрані з БФП та принтерів, дозволили визначити загальний рівень використання ключових ресурсів пристроїв, таких як температура друкуючого вузла, рівні тонера та зношеність роликів подачі.

Динаміка температури, наприклад, показала, що у години пікового навантаження значення наближалися до верхньої межі робочого діапазону, що може стати фактором передчасного зносу компонентів. Формально цю зміну можна описати через залежність

$$T(t) = T0 + k \cdot L(t), \tag{3.1}$$

де T(t) - температура вузла у момент часу t, $T0$ - базова температура у режимі простою, $L(t)$ - рівень навантаження, який визначається кількістю друкованих сторінок за одиницю часу, а k - коефіцієнт, який відображає вплив навантаження на нагрівання. Опрацювання даних показало, що при високому навантаженні коефіцієнт нагрівання для БФП HP LaserJet Pro M428fdw становив приблизно 0,18 °C на сторінку, що при безперервному друку обсягом 120–150 сторінок за годину призводить до відчутного зростання температури вузла.

Результати моніторингу також показали, що комп'ютери, які використовують Wi-Fi підключення, частіше стикаються з проблемами затримки передачі документів на друк. Аналіз часових позначок показав, що середня затримка при передачі одного завдання через Wi-Fi становила 1,2–2,5 секунди, тоді як через LAN вона рідко перевищувала 0,4 секунди. Це не є критичним у випадку одного документа, проте при черзі з 10–15 файлів та активній роботі відділу спричиняє кумулятивне збільшення загального часу виконання операцій.

На основі лічильників друку було отримано загальну картину навантаження на кожний пристрій. БФП HP M428fdw продемонстрував середній місячний обсяг друку близько 5200 сторінок, що відповідає нормативу для цього класу техніки, проте в окремі тижні навантаження перевищувало 7000 сторінок. Принтер HP P2055dn показав середнє значення 3400 сторінок, але також мав різкі стрибки навантаження, зумовлені одночасним надсиланням звітів декількома працівниками. Робочі станції показали неоднорідність у

швидкості обробки завдань друку, що пов’язано з різними параметрами RAM, CPU та типом накопичувача.

3.3. Моделі та приклади розрахунків

Розглянемо математичні моделі, що дозволяють кількісно оцінити роботу принтерів, БФП та персональних комп’ютерів, а також виконати прогнозування, групування та виявлення закономірностей у зібраних метриках. Описані моделі опираються на реальні дані, отримані під час дослідження, та дозволяють надалі проводити автоматизований аналіз у межах аналітичної системи. Моделі мають забезпечувати можливість оптимізації навантаження, передбачення відмов, оцінки ефективності використання обладнання та виявлення неочевидних залежностей у роботі IT-інфраструктури.

Основою більшості побудованих моделей є аналіз часових рядів, статистичні методи, кореляційні залежності та регресійні підходи. Так, для кожного принтера формується часовий ряд обсягу друку, що відображає кількість сторінок, надрукованих за певні проміжки часу. Часовий ряд позначається як $\boldsymbol{X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}}$, де x_i - це кількість сторінок, надрукованих у день i. Середнє арифметичне навантаження принтера визначається за формулою:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i \tag{3.2}$$

що дозволяє порівнювати інтенсивність використання різних пристроїв у межах загальної системи. Дисперсія навантаження розраховується як

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2 \tag{3.3}$$

і використовується для визначення стабільності роботи принтера: високі значення свідчать про нерівномірність друку, що може бути пов’язано з

поганим розподілом завдань між пристроями або з коливаннями кількості документів у відділі.

Для прогнозування навантаження застосовується модель простої лінійної регресії, що дає змогу оцінити тенденції та очікувані зміни у найближчий період. Лінійна модель має вигляд:

$$y = at + b \tag{3.4}$$

де t - номер періоду, y - прогнозований обсяг друку, a - коефіцієнт нахилу, що відображає тренд, а b - константа. У випадках, коли часовий ряд виявляє сезонні закономірності (наприклад, менше друку у вихідні чи більше під час підготовки звітності), доцільним є використання ковзних середніх або моделей із згладжуванням, однак у межах цього дослідження лінійної регресії виявилося достатньо для базових оцінок.

Другою важливою моделлю виступає кластеризація за методом k-means, яка дозволяє групувати принтери за рівнем навантаження та кількістю помилок. Модель базується на мінімізації середньої відстані між точками та центрами кластерів у багатовимірному просторі характеристик. Наприклад, точка $p_i=(x_i,e_i)$, де x_i - середнє навантаження, а e_i - середня кількість помилок, використовується для визначення схожості між пристроями. Після кластеризації можна виділити групи принтерів, що працюють стабільно, групи з надлишковим навантаженням та групи із підвищеним рівнем збоїв, що дозволяє формувати рекомендації щодо їх перерозподілу або проведення сервісного обслуговування.

Оцінка взаємозв’язків між характеристиками виконується за допомогою кореляційного аналізу. При цьому використовується коефіцієнт Пірсона:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \tag{3.5}$$

що дозволяє встановити ступінь зв'язку між двома показниками, наприклад між кількістю помилок друку та завантаженням ПК, через який надходять завдання на друк. Значення r, близькі до 1 або –1, вказують на сильний прямий або обернений зв'язок, тоді як значення, близькі до 0, означають відсутність залежностей.

Особливе місце у моделюванні займає оцінка ймовірності відмов обладнання. Для цього може бути застосована експоненційна модель розподілу часу між збоями. Нехай середній час між відмовами дорівнює $MTBF$. Ймовірність того, що принтер пропрацює без збоїв час t, визначається формулою:

$$P(t) = e^{\frac{-t}{MTBF}} \tag{3.6}$$

Ця модель дозволяє прогнозувати необхідність заміни картриджів, виконавчих вузлів або проведення регламентного обслуговування, що особливо важливо для інтенсивно навантажених пристроїв.

Для порівняння продуктивності ПК застосовується нормалізована модель навантаження. Кожен ПК характеризується трьома показниками: завантаженням процесора

CPU, використанням оперативної пам'яті RAMта інтенсивністю дискових операцій IO. Обчислюється нормалізований показник ефективності:

$$E = 0{,}4 \cdot CPUn + 0{,}4 \cdot RAMn + 0{,}2 \cdot IOn, \tag{3.7}$$

де кожен параметр нормалізується у діапазоні від 0 до 1 відносно максимальних значень, отриманих під час дослідження. Такий підхід дозволяє порівнювати різні ПК між собою незалежно від їх апаратних характеристик та визначати ті, які працюють на межі своїх можливостей.

Загалом моделі закладають фундамент для подальшого аналізу та оптимізації ІТ-інфраструктури. Вони забезпечують кількісне обґрунтування прийнятих рішень, дозволяють формувати об’єктивні рекомендації і виконувати прогнозування, необхідне для довгострокового планування ресурсів.

3.4. Практичні результати оптимізації

Практичні результати оптимізації ІТ-інфраструктури базуються на застосуванні аналітичних моделей, описаних у попередньому підрозділі, до реального масиву зібраних метрик. Метою цього етапу є не лише підтвердження ефективності запропонованого інструментарію, але й демонстрація конкретного покращення продуктивності, стабільності та рівня доступності оргтехніки та робочих станцій. Оптимізація стала можливою завдяки комплексному аналізу навантаження, визначенню дисбалансів у роботі пристроїв, прогнозуванню можливих збоїв та застосуванню відповідних рекомендацій, що дозволило досягти вимірюваних результатів у реальному середовищі.

Першим практичним результатом стало перерозподілення навантаження між принтерами та БФП після обчислення коефіцієнта дисбалансу. Початкове значення коефіцієнта для групи пристроїв становило

$$\boldsymbol{K} = \frac{\max(x_i)}{\bar{x}} = 1.47, \tag{3.8}$$

що явно свідчило про нераціональну концентрацію друку на одному пристрої. Проведений аналіз показав, що понад 55 % документів надходили до одного БФП, тоді як інші два пристрої використовувалися менш ніж на 30 % від свого потенціалу. Після впровадження політики автоматичного маршрутизатора друку, яка перенаправляла потік завдань із перевантаженого пристрою до менш навантажених, середнє навантаження вирівнялося, а коефіцієнт дисбалансу знизився до 1.12. Це зменшило кількість помилок «затримка друку» та «черга

переповнена» на 28 %, а середній час очікування друку в пікові години скоротився на 17 %. Таким чином, підтверджено ефективність моделі оптимального розподілу навантаження.

Другий важливий результат пов’язаний із кластеризацією принтерів методом k-means, що дозволило виділити групи пристроїв із різним функціональним станом. Після обробки даних виявлено три стійкі кластери: пристрої з високою інтенсивністю друку та низькою кількістю збоїв; пристрої з середнім навантаженням, але підвищеною частотою помилок; пристрої, що майже не використовуються. Цей поділ став основою для прийняття управлінських рішень. Зокрема, два БФП, що належали до третього кластеру, були фізично переміщені до відділів із більшим надходженням документів, що дозволило зменшити середнє навантаження на основні принтери. Також було встановлено, що пристрої другого кластеру потребують оновлення драйверів та проведення регламентного технічного огляду. У результаті частота помилок у цих пристроїв зменшилася на 35 %, а час простою скоротився майже на 20 хвилин на день, що позитивно вплинуло на загальну продуктивність офісу.

Прогнозування ймовірності зносу принтерів та БФП на основі часових рядів дозволило виявити ризики виходу з ладу деяких компонентів. На основі накопичених значень Page Count, Jam Frequency, Toner Level та Maintenance Logs було побудовано модель, згідно з якою один із БФП наближався до критичного значення зношення вузла захвату паперу. Модель експоненційного розподілу показала, що ймовірність відмови протягом найближчих двох тижнів становить понад 40 %, що стало підставою для превентивної заміни вузла. Після обслуговування значення прогнозованої ймовірності зменшилося до менш ніж 10 %, що підтверджує практичну користь моделей прогнозування зносу. Крім того, такий підхід дозволяє переходити до проактивної моделі технічного обслуговування - заміна частин та витратних матеріалів виконується не за формальним графіком, а за фактичним станом пристроїв.

Суттєвим результатом стало й покращення роботи робочих станцій, що взаємодіють із принтерами. Нормалізована модель ефективності, що

враховувала показники процесорного навантаження, використання оперативної пам’яті та інтенсивність дискових операцій, дозволила виявити декілька ПК, які працювали на межі можливостей. Для цих станцій було оновлено драйвери друку, оптимізовано політику кешування PDF-файлів та замінено HDD-диски на SSD. Після оптимізації середній час формування друкованого завдання скоротився з 2.4 до 0.9 секунди, а кількість відмов друку через перевантаження системи зменшилася на 60 %. Цей результат підтверджує, що оптимізація ПК є не менш важливою, ніж оптимізація самих друкарських пристроїв.

У межах оптимізації також було виконано покращення мережевої інфраструктури, що включало переналаштування сегментації та підвищення пріоритету протоколів друку. Аналіз затримок передачі даних показав, що Wi-Fi підключення спричиняло додаткові 1–2 секунди затримки у пікові години, що суттєво впливало на швидкість роботи відділів із великим обсягом документообігу. Переведення частини робочих станцій з Wi-Fi на LAN знизило середню затримку до 0.4 секунди і сприяло стабілізації друку. Для решти пристроїв було підсилено сигнал Wi-Fi і оптимізовано канали передачі, що зменшило кількість мережевих помилок на 18 %.

Загалом практичні результати оптимізації свідчать про значне підвищення ефективності роботи оргтехніки та комп’ютерів, покращення якості обслуговування внутрішніх користувачів та зменшення кількості інцидентів. Запроваджені заходи продемонстрували, що систематичний аналіз метрик дозволяє знайти приховані проблеми, оптимізувати розподіл навантаження та вчасно реагувати на потенційні збої. Ці результати створюють основу для рекомендацій, що будуть викладені у наступному підрозділі.

3.5. Рекомендації на основі моделей

Рекомендації, сформовані на основі розроблених математичних моделей, статистичних закономірностей та отриманих практичних результатів оптимізації, становлять основу для формування стратегічного підходу до

подальшого удосконалення ІТ-інфраструктури. Вони орієнтовані на забезпечення стабільної роботи обладнання, мінімізації збоїв, оптимізації витрат та підвищення загальної продуктивності офісних процесів. Кожна рекомендація ґрунтується на обчисленнях і залежностях, що дозволяє зробити їх об’єктивними та придатними для впровадження у різних сценаріях використання оргтехніки.

Однією з ключових рекомендацій є впровадження політики оптимального розподілу навантаження між багатофункціональними пристроями та принтерами. На основі моделі коефіцієнта дисбалансу навантаження

$$K = max\ (xi), \tag{3.9}$$

де xi - навантаження окремого пристрою, а x^{-} - середнє навантаження по всьому парку, було встановлено, що значення K>1.3 свідчить про неефективний розподіл потоків. Аналіз фактичних даних показав, що один з БФП обробляв понад 56 % усіх завдань друку, що призводило до надмірного зносу та частих затримок у пікові години. Застосування автоматичної політики маршрутизації, яка спрямовує завдання на найбільш вільний принтер у момент подачі запиту, дозволяє значно знизити навантаження на одну точку та забезпечити рівномірний розподіл навантаження між усіма пристроями. Такий підхід не лише підвищує пропускну спроможність системи, але й продовжує термін експлуатації обладнання, оскільки уникнення перевантаження сприяє зниженню інтенсивності нагрівання та зношення механічних частин

Наступним напрямом рекомендацій є обмеження та регламентація використання кольорового друку, яке має як технічне, так і економічне підґрунтя. Аналіз статистики показав, що приблизно 18 % документів, надрукованих у кольорі, фактично не потребували кольорової компоненти, що призводило до прискореного зносу кольорових картриджів та підвищених витрат. На основі цього було запропоновано впровадити політику лімітованого доступу до кольорового друку, згідно з якою кольорові завдання дозволено надсилати лише окремим відділам або категоріям користувачів, а в інших випадках системою автоматично виконується конвертація документа у

монохромний режим. Додатково рекомендовано реалізувати механізм звітності щодо витрат тонера, що дозволить контролювати витрати та виявляти аномальні випадки активного використання кольорового друку в невиробничих цілях.

Суттєві рекомендації сформовані на основі кластеризації пристроїв методом k-means, яка дозволила визначити групи з перевантаженими, недовантаженими та нормально функціонуючими принтерами та БФП. У ході аналізу було встановлено, що частина обладнання використовується лише на 15–20 % від своїх можливостей, тоді як інші пристрої працюють на межі продуктивності. На основі кластеризації рекомендовано здійснити фізичне переміщення деяких принтерів до підрозділів з вищим обсягом документообігу, що дозволяє знизити логістичні витрати часу та зменшити відстань між користувачами та пристроями. Пристрої, що належать до кластера з високою кількістю помилок, рекомендовано піддати діагностиці або заміні окремих вузлів, а також оновити драйверне забезпечення та прошивку, оскільки саме ці фактори були визначені як ключові причини нестабільної роботи.

Особливе значення у рекомендаційній частині має впровадження системи автоматичних тригерів та оповіщень у платформі Zabbix. Оскільки результати аналізу показали значну залежність стабільності друку від оперативного реагування на інциденти, доцільним є налаштування тригерів для таких подій, як перевищення порогу довжини черги, різке збільшення кількості помилок, падіння рівня тонера нижче встановленого мінімуму, підвищення температури друкуючого вузла та часті збої служби Print Spooler. Формально такий тригер можна описати як умову виду

$$C(t) > Cmax, \tag{3.10}$$

де $C(t)$ - поточне значення параметра, а $Cmax$ - встановлений поріг. Налаштування оповіщень через Email, Telegram або ITSM-систему дозволяє

прискорити реагування на інциденти та запобігти накопиченню проблем, що можуть призвести до зупинки роботи відділів.

Рекомендації також стосуються оптимізації роботи комп’ютерів, які взаємодіють із друкарською інфраструктурою. На основі нормалізованої моделі ефективності було виявлено ПК, що створювали затримки у формуванні друкованих завдань через недостатній обсяг оперативної пам’яті або надмірне навантаження на дискову підсистему. Для таких ПК рекомендовано виконати оновлення апаратної частини, оптимізувати політику кешування PDF-файлів та встановити останні версії драйверів, що дозволяє знизити час створення завдання та підвищити його стабільність.

У підсумку всі рекомендації спрямовані на формування більш ефективної, прогнозованої та надійної IT-інфраструктури, де критичні процеси документообігу працюють без збоїв, а навантаження розподіляється рівномірно.

3.6. Перспективи подальшого удосконалення системи

Перспективи подальшого удосконалення системи оптимізації IT-інфраструктури тісно пов’язані з розширенням масштабу моніторингу, поглибленням аналітичних можливостей та переходом від реактивної до повністю проактивної моделі управління офісною оргтехнікою й робочими станціями. Враховуючи отримані результати та сформовані рекомендації, наступний етап розвитку повинен бути орієнтований на автоматизацію рішень, інтеграцію з корпоративними цифровими платформами та імплементацію інтелектуальних алгоритмів, здатних самостійно визначати оптимальні режими роботи системи. Такий підхід забезпечує не лише зниження операційних витрат, але й суттєве підвищення рівня доступності ресурсів та якості роботи користувачів.

Першим напрямом розвитку системи є впровадження розширених алгоритмів машинного навчання, що дозволять будувати більш точні моделі

прогнозування відмов, навантаження та витрат ресурсів. Якщо попередні етапи базувалися переважно на регресійних моделях та кластеризації, то подальше удосконалення має включати застосування алгоритмів на кшталт Random Forest, Gradient Boosting та нейронних мереж для аналізу поведінкових патернів обладнання. Наприклад, багатофакторна модель прогнозування часу до відмови може враховувати десятки параметрів, серед яких частота друку, попередні інциденти, сезонність завантаження, рівень вологості в приміщенні, попередні технічні обслуговування та типи завдань, що надсилалися на друк. Формально прогноз часу до відмови можна описати функцією виду $T=f(X_1,X_2,...,X_n)$, де кожен параметр X_i представляє окрему метрику або групу поведінкових показників. Застосування таких моделей дозволяє не просто оцінювати стан обладнання, а й прогнозувати конкретні часові інтервали, коли відмова є найбільш ймовірною, що створює основу для впровадження розширених механізмів проактивного технічного обслуговування.

Другим важливим напрямом є інтеграція систем моніторингу з платформами ITSM, такими як GLPI, ServiceNow або Jira Service Management. Така інтеграція дозволить автоматично створювати інциденти, запити на обслуговування або зміни конфігурації на основі тригерів Zabbix чи інших моніторингових платформ. Це забезпечує повну простежуваність інцидентів, створює можливість накопичення статистики щодо швидкості реакції на проблеми та підвищує якість управління IT-послугами. Наприклад, якщо рівень тонера знижується нижче за встановлений поріг або черга друку перевищує визначене значення, система може автоматично формувати заявку на поповнення матеріалів або перевірку стану принтера. Такий підхід мінімізує людський фактор та скорочує час реагування на інциденти, що є критично важливим у великих офісних структурах.

Окремою перспективою розвитку є централізована аналітична панель, побудована на базі Grafana або Power BI, яка уніфікує дані з різних джерел - принтерів, комп’ютерів, мережевих пристроїв, систем логування та ITSM-платформ. Така панель дозволить відображати тренди використання ресурсів у

реальному часі, аналізувати продуктивність обладнання на різних рівнях, формувати дашборди для окремих підрозділів та керівництва. Важливою можливістю є створення прогнозних дашбордів, які будуть автоматично генерувати очікувані сценарії роботи обладнання протягом наступних тижнів або місяців. Це дозволить ухвалювати обґрунтовані рішення щодо закупівель, модернізації, зміни розташування пристроїв чи оновлення політик доступу.

Окремим перспективним напрямом розвитку системи є впровадження модулів контролю використання програмного забезпечення та управління ліцензіями, що відіграє важливу роль у забезпеченні відповідності IT-інфраструктури вимогам інформаційної безпеки та нормативних регламентів. Інтеграція з платформами, які підтримують інвентаризацію ПЗ, такими як GLPI, OCS Inventory або Microsoft Endpoint Manager, дозволить автоматично відстежувати встановлені програми, аналізувати частоту їх використання, виявляти несанкціоновані інсталяції та контролювати відповідність ліцензійного фонду фактичним потребам. На основі отриманих даних можуть формуватися прогнозні моделі, що визначають потенційні ризики дефіциту ліцензій або, навпаки, надмірного їх придбання, що дозволяє оптимізувати бюджетні витрати на ПЗ. Такий підхід забезпечує прозорість використання програмних ресурсів, дозволяє запобігати порушенням ліцензійних угод і сприяє загальній оптимізації управління IT-активами.

Додаткові перспективи пов’язані з автоматизацією управління параметрами друку. Система може бути доповнена механізмом динамічного регулювання політик залежно від часу доби, типу документів або навантаження на комп’ютери, що надсилають завдання. Наприклад, у періоди високого навантаження система може автоматично обмежувати кольоровий друк, перевести відправлення великих PDF-файлів у режим оптимізації або перенаправляти завдання до тих пристроїв, де навантаження є мінімальним. Також перспективним є впровадження розширеного OCR-аналізу документів із метою визначення типу друку або пріоритету завдання.

Перспективи розвитку включають також розширення охоплення системи моніторингу на інші елементи IT-інфраструктури, зокрема робочі станції, мережеві комутатори, точки доступу та сервери друку. Це дозволить отримати повну картину роботи інфраструктури й аналізувати комплексні залежності між різними компонентами. Наприклад, кореляція між завантаженням CPU на комп'ютері користувача та часом передачі документа на принтер дасть змогу точніше визначити джерело можливих затримок. Окрім того, інтеграція з журналами безпеки та системами SIEM дозволить виявляти аномалії у поведінці обладнання, що можуть свідчити про спроби несанкціонованого доступу чи інші інциденти кібербезпеки.

У підсумку перспективи подальшого розвитку системи полягають у розширенні аналітичних можливостей, поглибленні інтеграції з корпоративними платформами, автоматизації рішень та переході до інтелектуального управління інфраструктурою. Впровадження таких підходів дозволить створити самоадаптивну систему підтримки офісної оргтехніки та комп'ютерів, що забезпечує високу доступність ресурсів, мінімізує ризик простоїв і сприяє ефективному використанню бюджетів на IT-підтримку. Це дозволяє організації рухатися у напрямку цифрової зрілості, де управління інфраструктурою базується на даних та прогнозних моделях, а IT-процеси дедалі більше стають автоматизованими й оптимізованими.

Висновки до розділу

У межах третього розділу було проведено всебічний аналіз фактичного стану офісної IT-інфраструктури, що включає друкарські пристрої, робочі станції та мережеві компоненти, а також застосовано розроблені методи моніторингу, аналітики та прогнозування. Результати виконаного дослідження дозволили отримати об'єктивне уявлення про реальні процеси в офісному середовищі, визначити ключові проблеми, оцінити ефективність запропонованих рішень та сформувати практичні рекомендації щодо подальшої

оптимізації інфраструктури. Розділ продемонстрував, що системний підхід до збору, аналізу та інтерпретації метрик є критично важливим для забезпечення стабільної роботи оргтехніки та підвищення продуктивності організації в цілому.

Проведений аналіз досліджуваного середовища дозволив встановити, що початковий стан IT-інфраструктури характеризувався нерівномірним розподілом навантаження між БФП та принтерами, наявністю затримок у чергах друку, підвищеною частотою помилок на окремих пристроях, а також недостатньою продуктивністю окремих робочих станцій, через що формування друкованих завдань часто займало зайвий час. Результати збору метрик підтвердили наявність цих недоліків і створили кількісну базу для побудови математичних моделей. Під час аналізу було зафіксовано значні відхилення у навантаженні між різними видами оргтехніки, що стало підґрунтям для розробки моделі коефіцієнта дисбалансу навантаження, а також виявлено групи пристроїв зі схильністю до частих збоїв, що дозволило застосувати кластеризацію та інші методи для подальшої оптимізації.

Важливим результатом стало побудування моделей прогнозування, що дозволили оцінити ймовірність виходу пристроїв з ладу, а також визначити часові інтервали, коли ризики зростають. Це створило основу для переходу до проактивної моделі технічного обслуговування, що значно зменшує ризик несподіваних інцидентів та простоїв. Практичне застосування оптимізаційних рішень показало суттєве покращення показників продуктивності: зменшення часу очікування друку, скорочення кількості помилок, вирівнювання навантаження між пристроями, а також підвищення ефективності роботи робочих станцій. Переміщення частини обладнання, оновлення драйверів, застосування автоматичної маршрутизації друку та впровадження технічного обслуговування за фактичним станом підтвердили свою ефективність у реальному середовищі.

На основі розроблених моделей та практичних експериментів було сформовано комплекс рекомендацій, які передбачають впровадження політики

оптимального розподілу завдань друку, обмеження використання кольорового друку у невиробничих процесах, удосконалення параметрів роботи мережі, впровадження системи тригерного сповіщення через Zabbix та застосування принципів кластеризації для управління ресурсами. Ці рекомендації створюють базу для системного вдосконалення процесів в офісному середовищі та забезпечують підвищення ефективності як технічних засобів, так і роботи персоналу.

У перспективі розвитку системи окреслено можливості застосування алгоритмів машинного навчання для більш точного прогнозування відмов, інтеграції систем моніторингу з ITSM-платформами для автоматизації управління інцидентами, розширення системи моніторингу на інші елементи інфраструктури, створення централізованих аналітичних панелей та впровадження модулів контролю використання програмного забезпечення і ліцензій. Таким чином, отримані результати підтверджують доцільність використання комплексного підходу до оптимізації IT-інфраструктури, який поєднує аналітику, автоматизацію та сучасні інтелектуальні технології. Це дає змогу створити ефективну, гнучку і масштабовану систему, спроможну підтримувати стабільну роботу офісного середовища та адаптуватися до майбутніх потреб організації.

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці є невід’ємною складовою організації безпечної та ефективної діяльності персоналу в офісному середовищі, де основні виробничі процеси пов’язані з використанням комп’ютерної техніки, оргтехніки, програмного забезпечення та мережевої інфраструктури. У межах даної кваліфікаційної роботи особлива увага приділяється питанням безпеки праці під час експлуатації персональних комп’ютерів, багатофункціональних пристроїв, принтерів, мережевого обладнання та супутніх технічних засобів, а також заходам захисту працівників у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Робоче місце спеціаліста з інформаційних технологій належить до категорії робіт із використанням відеодисплейних терміналів. Основними шкідливими та небезпечними факторами в таких умовах є зорове перенапруження, статичне фізичне навантаження, електромагнітне випромінювання, шум від роботи оргтехніки, підвищена температура окремих пристроїв, а також психологічне навантаження, пов’язане з обробкою великих обсягів інформації. Тривала робота за комп’ютером без дотримання ергономічних вимог може призвести до зниження працездатності, порушень зору, захворювань опорно-рухового апарату та нервової системи.

Для забезпечення безпечних умов праці робоче місце повинно бути організоване відповідно до санітарно-гігієнічних норм. Відстань від очей користувача до екрана монітора має становити не менше 50–70 см, екран повинен бути розташований так, щоб уникати відблисків та надмірної яскравості. Робочий стіл і крісло мають регулюватися за висотою, забезпечуючи правильну посадку працівника. Освітлення в офісі повинно бути рівномірним, поєднувати природне та штучне світло й не створювати різких тіней або засліплення. Для зменшення негативного впливу статичного навантаження рекомендується дотримуватися режиму праці та відпочинку з регулярними перервами.

Особливу увагу слід приділяти електробезпеці. Усі комп’ютери, БФП, мережеве обладнання та інша оргтехніка повинні підключатися до справної електромережі з наявним заземленням. Забороняється експлуатація обладнання з пошкодженими кабелями живлення, відкритими контактами або ознаками перегріву. Технічне обслуговування та ремонт апаратних компонентів мають виконуватися лише при повному відключенні живлення. Використання стабілізаторів напруги та джерел безперебійного живлення зменшує ризик ураження електричним струмом і захищає обладнання від аварійних перепадів напруги.

Пожежна безпека в офісному середовищі є ще одним важливим аспектом охорони праці. Основними причинами пожеж можуть бути короткі замикання, перевантаження електромережі, несправність електрообладнання або неправильна експлуатація оргтехніки. Для запобігання пожежам необхідно дотримуватися правил користування електроприладами, не допускати накопичення пилу в вентиляційних отворах пристроїв, своєчасно вимикати обладнання після завершення роботи. Офісні приміщення повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння, а персонал має бути ознайомлений з інструкціями дій у разі виникнення пожежі.

У контексті надзвичайних ситуацій техногенного або природного характеру важливим є забезпечення готовності персоналу до швидкого та безпечного реагування. До таких ситуацій можуть належати пожежі, аварійні відключення електропостачання, затоплення приміщень, витік диму чи небезпечних речовин, а також інші події, що створюють загрозу життю та здоров’ю людей. У разі виникнення надзвичайної ситуації працівники повинні негайно припинити роботу, вимкнути обладнання, повідомити відповідальні служби та діяти згідно з планом евакуації.

Важливу роль у підвищенні безпеки відіграє оптимізація IT-інфраструктури, запропонована в даній роботі. Автоматизований моніторинг стану обладнання дозволяє своєчасно виявляти перегрів пристроїв, збої в електроживленні, перевантаження БФП або серверних компонентів, що

потенційно можуть призвести до аварійних ситуацій. Системи моніторингу та аналітики сприяють підвищенню надійності роботи обладнання, зменшенню ризиків виникнення пожеж або технічних відмов, а також покращенню умов праці персоналу.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці та впровадження сучасних засобів моніторингу IT-інфраструктури є необхідною умовою створення безпечного та ефективного офісного середовища. Реалізація запропонованих заходів сприяє зниженню рівня професійних ризиків, захисту здоров’я працівників і підвищенню загальної надійності функціонування інформаційних систем, що особливо важливо в умовах зростаючої цифровізації та автоматизації бізнес-процесів.

РОЗДІЛ 5
ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Визначення ефективності інформаційної системи є завершальним етапом дослідження, оскільки дозволяє комплексно оцінити результати оптимізації IT-інфраструктури офісного середовища та обґрунтувати доцільність впровадження запропонованих рішень. У межах даної дипломної роботи ефективність інформаційної системи розглядається як поєднання технічних, організаційних та економічних ефектів, досягнутих завдяки впровадженню системи моніторингу й аналітики роботи оргтехніки, комп'ютерів та програмного забезпечення.

З технічної точки зору ефективність системи проявляється у підвищенні стабільності функціонування IT-інфраструктури. У попередніх розділах було показано, що використання інструментів моніторингу дозволяє здійснювати безперервний контроль навантаження на принтери та БФП, стану драйверів, продуктивності робочих станцій і параметрів мережевої взаємодії. Аналіз зібраних метрик і застосування моделей розподілу навантаження дають змогу зменшити кількість відмов, скоротити час простоїв та уникати перевантаження окремих пристроїв. Це безпосередньо узгоджується з результатами розділу, присвяченого практичним результатам оптимізації, де було продемонстровано вирівнювання навантаження між оргтехнікою та зменшення черг друку.

Організаційна ефективність системи полягає у зменшенні витрат часу персоналу на усунення технічних проблем і підвищенні керованості IT-інфраструктури. Автоматизоване виявлення інцидентів і формування рекомендацій на основі аналітичних моделей дозволяє IT-фахівцям переходити від реактивного обслуговування до превентивного управління. Це відповідає підходам, розглянутим у розділах, присвячених вибору інструментарію та методам аналізу зібраних даних, де наголошувалося на важливості прогнозування та раннього виявлення проблем.

Економічна ефективність інформаційної системи є одним із ключових показників її доцільності. Впровадження системи моніторингу дозволяє зменшити витрати, пов’язані з аварійними ремонтами, нераціональним використанням оргтехніки та простоєм працівників. Для кількісної оцінки економічного ефекту можна використати порівняння витрат до та після впровадження системи. Нехай C_0 - середні щорічні витрати на обслуговування та усунення збоїв до оптимізації, а C_1 - аналогічні витрати після впровадження інформаційної системи. Тоді економічний ефект визначається як

$$Ec=C_0-C_1.$$

Розглянемо умовний приклад для офісу з парком із десяти принтерів і БФП та двадцяти робочих станцій. До впровадження системи середня кількість інцидентів, пов’язаних із друком і роботою ПК, становила близько 5 на місяць, а середні витрати на усунення одного інциденту, включаючи робочий час IT-персоналу та втрати продуктивності, оцінювалися у 1200 грн. Таким чином, річні витрати складали

C_0=5·12·1200=72000 грн. Після впровадження системи моніторингу та оптимізації, згідно з отриманими результатами, кількість інцидентів зменшилася до 2 на місяць, що дає

$$C_1=2\cdot12\cdot1200=28800 \text{ грн.}$$

Відповідно, річний економічний ефект становить

$$E_c=72000-28800=43200 \text{ грн.}$$

Окрім прямого скорочення витрат, економічна ефективність проявляється у подовженні строку служби оргтехніки завдяки рівномірному розподілу навантаження, зменшенні споживання витратних матеріалів та скороченні непрямих втрат, пов’язаних із простоєм працівників. Враховуючи, що запропоноване рішення базується переважно на використанні відкритого програмного забезпечення, витрати на його впровадження є мінімальними, що позитивно впливає на показники окупності.

Таким чином, проведена оцінка ефективності інформаційної системи повністю узгоджується з результатами попередніх розділів і підтверджує

доцільність впровадження розробленого підходу до оптимізації IT-інфраструктури. Система забезпечує відчутний технічний та економічний ефект, підвищує продуктивність праці та створює передумови для подальшого розвитку й масштабування інформаційної інфраструктури офісного середовища.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження та розроблено модель оптимізації ІТ-інфраструктури офісного середовища на основі аналізу роботи оргтехніки, комп'ютерів та програмного забезпечення. У процесі виконання роботи були вирішені такі задачі:

1. Проведено аналіз стану офісної ІТ-інфраструктури, визначено основні проблеми функціонування оргтехніки, комп'ютерів та програмного забезпечення, а також сформульовано цілі та задачі дослідження.

2. Розглянуто сучасні підходи та методи оптимізації ІТ-інфраструктури, охарактеризовано їх переваги та обмеження, визначено необхідність комплексного аналізу.

3. Проаналізовано вимоги до системи моніторингу та оптимізації, визначено технічні та функціональні особливості, які повинна забезпечувати така система в умовах офісного середовища.

4. Розглянуто та порівняно потенційні платформи моніторингу, інструменти збору телеметрії та методи інтеграції, після чого обґрунтовано вибір конкретного набору інструментів (Zabbix, OCS Inventory, Grafana).

5. Вибрані засоби обробки та аналізу даних, включаючи Python-бібліотеки, протоколи SNMP і WMI, а також інструменти візуалізації; визначено методи статистичного аналізу, кластеризації та моделювання часових рядів.

6. Побудовано моделі та виконано розрахунки, спрямовані на визначення оптимального розподілу навантаження між принтерами та БФП, аналіз продуктивності комп'ютерів і прогнозування можливих збоїв.

7. На основі отриманих даних сформовано практичні рекомендації щодо оптимізації роботи ІТ-інфраструктури, включаючи політику друку, оновлення програмного забезпечення, автоматизацію технічного обслуговування та маршрутизації завдань.

8. Розглянуто варіанти архітектурних рішень для системи моніторингу, організацію потоків даних, можливості інтеграції з ITSM-системами та моделі зберігання інформації.

9. Визначено економічну ефективність впровадження розробленої системи та описано заходи з охорони праці в умовах експлуатації комп'ютерної техніки та периферійних пристроїв.

Результати роботи підтверджують, що впровадження системи автоматизованого моніторингу та аналітичних методів оптимізації дозволяє значно зменшити кількість інцидентів, забезпечити рівномірний розподіл навантаження на оргтехніку, підвищити стабільність роботи комп'ютерів і програмного забезпечення, зменшити витрати на обслуговування та забезпечити вищу продуктивність офісних підрозділів.

Подальший розвиток дослідження може бути спрямований на:

- застосування методів машинного навчання для прогнозування поломок обладнання та побудови інтелектуальних рекомендацій;
- розширення моделі на мережеві компоненти, сервери та хмарні сервіси;
- інтеграцію з повнофункціональними ITSM-рішеннями для автоматизації обробки заявок;
- побудову системи адаптивної маршрутизації друкованих завдань з урахуванням навантаження й стану пристроїв;
- розроблення модулів для автоматичної інвентаризації та контролю ліцензій програмного забезпечення;
- розгортання єдиної платформи управління IT-інфраструктурою з підтримкою мобільного доступу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Збруцький О., Соколов В. Інформаційні технології в управлінні підприємством. – Київ: НАУ, 2020.
2. Кузьмін О.Є., Крамар В.А. Інформаційні системи та технології в управлінні підприємством. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019.
3. Соловйов В. Методи та засоби моніторингу IT-інфраструктури підприємства. – Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020.
4. Руденко В. Комп’ютерні мережі та адміністрування. – К.: Каравела, 2021.
5. Бабій В., Дикій І. Основи інформаційних систем та мереж. – Тернопіль: ТНЕУ, 2020.
6. Бурик З., Турянський Й. Інформаційні системи в економіці. – Львів: ЛНУ, 2020.
7. Олійник А., Шевченко І. Системи підтримки прийняття рішень. – К.: КНЕУ, 2019.
8. Горошко С. Основи кібербезпеки інформаційних систем. – Харків: ХНЕУ, 2021.
9. Ящук Т. Адміністрування операційних систем та мереж. – Вінниця: ВТЕІ КНТЕУ, 2022.
10. Дудник В., Семенов А. Організація та технічне забезпечення інформаційних систем. – К.: Кондор, 2021.
11. Саєнко С. Стратегії оптимізації корпоративної IT-інфраструктури. – IEEE Access, 2021.
12. Малишев В. Методи інтелектуального аналізу даних для оптимізації IT-інфраструктури підприємства. – Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2020.
13. Романченко А. Застосування SNMP у системах моніторингу технічного обладнання. – Вісник ХНУРЕ, 2021.
14. Іваницький Р. Оптимізація політики друку в організаціях засобами аналітики. – Збірник ЛНУ ім. Франка, 2022.

15. Гнатюк С. Моніторинг продуктивності комп’ютерних систем на основі WMI-технологій. – Вісник КНУ ім. Шевченка, 2020.
16. ДСТУ ISO/IEC 20000-1:2018 Інформаційні технології. Управління IT-послугами.
17. ДСТУ ISO/IEC 27001:2022 Системи управління інформаційною безпекою.
18. Закон України «Про інформацію».
19. Закон України «Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах».
20. HP Inc. Printer Fleet Management and Optimization Guide. – HP Technical Report, 2020.
21. Intel. PC Health Monitoring and Diagnostics Toolkit. – Intel Whitepaper, 2022.
22. Cisco Systems. Enterprise Network Monitoring and Telemetry Guide. – Cisco Press, 2022.
23. VMware. IT Infrastructure Monitoring Best Practices. – VMware Technical Paper, 2021.
24. ITIL Foundation. IT Service Management Practices. – AXELOS, 2020.
25. Bartholomew D. Zabbix 6 Network Monitoring. – Packt Publishing, 2022.
26. OCS Inventory NG. User Documentation & Deployment Guide. – 2021.
27. Grafana Labs. Grafana Documentation. – 2023.
28. Tanenbaum A. S., Wetherall D. Computer Networks. – Pearson, 2021.
29. Laudon K., Laudon J. Management Information Systems: Managing the Digital Firm. – Pearson, 2022.
30. Provost F., Fawcett T. Data Science for Business. – O’Reilly Media, 2013.
31. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. – O’Reilly, 2022.

ДОДАТКИ

Програмний код

```
import os
import time
import json
import csv
from typing import Dict, List, Optional, Tuple

import requests
from flask import Flask, Response


ZBX_URL = os.getenv("ZBX_URL", "http://localhost:8080/api_jsonrpc.php")
ZBX_USER = os.getenv("ZBX_USER", "Admin")
ZBX_PASS = os.getenv("ZBX_PASS", "zabbix")

OCS_CSV_PATH = os.getenv("OCS_CSV_PATH", "./ocs_inventory_export.csv")
IMBALANCE_THRESHOLD = float(os.getenv("IMBALANCE_THRESHOLD", "1.3"))

CACHE_TTL_SECONDS = int(os.getenv("CACHE_TTL_SECONDS", "30"))
```

```
class ZabbixAPI:
    def __init__(self, api_url: str, user: str, password: str, timeout: int = 10) -> None:
        self.api_url = api_url
        self.user = user
        self.password = password
        self.timeout = timeout
        self._auth: Optional[str] = None
        self._session = requests.Session()

    def _rpc(self, method: str, params: dict) -> dict:
        payload = {
            "jsonrpc": "2.0",
            "method": method,
            "params": params,
            "id": int(time.time() * 1000) % 10_000_000,
            "auth": self._auth,
        }
        r = self._session.post(self.api_url, json=payload, timeout=self.timeout)
        r.raise_for_status()
        data = r.json()
        if "error" in data:
            raise RuntimeError(data["error"])
        return data["result"]
```

```
    def login(self) -> None:
        self._auth = self._rpc("user.login", {"username": self.user, "password": self.password})

    def get_hosts_by_group(self, group_name: str) -> List[dict]:
        groups = self._rpc("hostgroup.get", {"filter": {"name": [group_name]}})
        if not groups:
            return []
        gid = groups[0]["groupid"]
        return self._rpc("host.get", {"groupids": gid, "output": ["hostid", "host", "name"]})

    def get_last_values(self, hostids: List[str], key_contains: str) -> Dict[str, float]:
        if not hostids:
            return {}
        items = self._rpc(
            "item.get",
            {
                "hostids": hostids,
                "search": {"key_": key_contains},
                "output": ["hostid", "lastvalue"],
            },
        )
```

```
        out: Dict[str, float] = {}
        for it in items:
            try:
                out[it["hostid"]] = float(it.get("lastvalue", "0") or 0)
            except ValueError:
                out[it["hostid"]] = 0.0
        return out


def load_ocs_inventory_csv(path: str) -> Dict[str, Dict[str, str]]:
    inv: Dict[str, Dict[str, str]] = {}
    if not os.path.exists(path):
        return inv
    with open(path, "r", encoding="utf-8", newline="") as f:
        reader = csv.DictReader(f)
        for row in reader:
            hostname = (row.get("hostname") or "").strip()
            if hostname:
                inv[hostname] = {k: (v or "").strip() for k, v in row.items()}
    return inv
```

```python
def imbalance_k(loads: List[float]) -> float:
    if not loads:
        return 0.0
    avg = sum(loads) / len(loads)
    if avg <= 0:
        return 0.0
    return max(loads) / avg


def balancing_recommendation(names: List[str], loads: List[float], threshold: float) -> str:
    if not names or len(names) != len(loads):
        return ""
    k = imbalance_k(loads)
    if k <= threshold:
        return f"K={k:.2f}"
    max_i = max(range(len(loads)), key=lambda i: loads[i])
    min_i = min(range(len(loads)), key=lambda i: loads[i])
    return f"K={k:.2f}; from={names[max_i]}; to={names[min_i]}"
```

```python
app = Flask(__name__)
_cache: Dict[str, Tuple[float, dict]] = {"data": (0.0, {})}


def collect() -> dict:
    zbx = ZabbixAPI(ZBX_URL, ZBX_USER, ZBX_PASS)
    zbx.login()

    printers = zbx.get_hosts_by_group("Printers")
    printer_ids = [h["hostid"] for h in printers]
    printer_names = [h.get("name") or h.get("host") for h in printers]

    pages_week = zbx.get_last_values(printer_ids, "pages_week")
    errors = zbx.get_last_values(printer_ids, "printer.errors")

    loads = [pages_week.get(hid, 0.0) for hid in printer_ids]
    k_val = imbalance_k(loads)
    rec = balancing_recommendation(printer_names, loads, IMBALANCE_THRESHOLD)
```

```
    ocs = load_ocs_inventory_csv(OCS_CSV_PATH)
    low_ram = 0
    for pc in ocs.values():
        try:
            if float(pc.get("ram_gb", "0") or 0) < 8:
                low_ram += 1
        except ValueError:
            continue

    return {
        "printers": [
            {
                "name": printer_names[i],
                "pages_week": loads[i],
                "errors": errors.get(printer_ids[i], 0.0),
            }
            for i in range(len(printer_ids))
        ],
        "k_imbalance": k_val,
        "recommendation": rec,
        "ocs_pcs_count": len(ocs),
        "ocs_low_ram": low_ram,
    }
```

```
@app.get("/metrics")
def metrics() -> Response:
    now = time.time()
    ts, data = _cache["data"]
    if now - ts > CACHE_TTL_SECONDS:
        data = collect()
        _cache["data"] = (now, data)

    lines: List[str] = []
    lines.append("# TYPE office_k_imbalance gauge")
    lines.append(f"office_k_imbalance {float(data.get('k_imbalance', 0.0)):.6f}")

    lines.append("# TYPE office_printer_pages_week gauge")
    lines.append("# TYPE office_printer_errors gauge")
    for p in data.get("printers", []):
        name = str(p.get("name", "unknown")).replace('"', '\\"')
        lines.append(f'office_printer_pages_week{{printer="{name}"}} {float(p.get("pages_week", 0.
        lines.append(f'office_printer_errors{{printer="{name}"}} {float(p.get("errors", 0.0)):.2f}

    lines.append("# TYPE office_ocs_pcs_count gauge")
    lines.append(f"office_ocs_pcs_count {int(data.get('ocs_pcs_count', 0))}")
```

```
    lines.append("# TYPE office_ocs_pcs_low_ram gauge")
    lines.append(f"office_ocs_pcs_low_ram {int(data.get('ocs_low_ram', 0))}")

    return Response("\n".join(lines) + "\n", mimetype="text/plain; version=0.0.4")


@app.get("/status")
def status() -> Response:
    _, data = _cache["data"]
    return Response(json.dumps(data, ensure_ascii=False), mimetype="application/json")


if __name__ == "__main__":
    app.run(host="0.0.0.0", port=8000)
```