

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний технологічний університет  
Кафедра комп'ютерної інженерії



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Модернізація інформаційно-технічної системи для обміну  
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)  
медицини даними в межах Одеської обласної клінічної лікарні

Здобувача Тітора І.Р.  
(прізвище, ініціали)

2 курсу 777a групи

Керівник: к.т.н., доцент Сахарова С.В.  
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: \_\_\_\_\_  
(посада, прізвище та ініціали)

д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.  
(посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від 30.11 2023 р., протокол № 3

Завідувач кафедри комп. інженерії \_\_\_\_\_ Сергій АРТЕМЕНКО  
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Одеса - 2023 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту  
Кафедра комп'ютерної інженерії  
Ступінь вищої освіти Магістр  
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Освітня програма Комп'ютерна інженерія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри Комп'ютерної інженерії  
Сергій АРТЕМЕНКО  
« 30 » листопада 2022 року

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

*Тітора Ігоря Руслановича*

1. Тема роботи Модернізація інформаційно-технічної системи для обміну медичними даними в межах Одеської обласної клінічної лікарні

Затверджена наказом університету від 30 » листопада 2023 р., наказ № 884-0

2 Термін здачі здобувачем закінченої роботи . 28 листопада 2023 р.

3. Вихідні дані роботи

1. Програмне забезпечення PACS Orthanc 2. Система аналізу DICOM зображень BrainScan. 3. Система апаратної віртуалізації Microsoft Hyper-V. 4. Система контейнеризації Docker. 6. Операційна система Microsoft Windows Server. 7. Технологія передачі даних Gigabit Ethernet та 10 Gigabit Ethernet. 8. Мережева ОС RouterOS. 9. Віртуалізація логічних дисків IBM Spectrum Virtualize

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Вступ. 2. Аналіз стану питання та постановка задачі.

3. Інформаційні технології в медицині. 4. Модернізація

інформаційно-технічної системи. 5. Практична реалізація проекту.

6. Економічне обґрунтування. 7. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація Power Point - 20 слайдів

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економіка	д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.		
Охорона праці	к.т.н., Ненов О.Л.		
Нормоконтроль	к.т.н., доцент Сахарова С.В.		

7. Дата видачі завдання 30.11.2022

Керівник \_\_\_\_\_ Світлана САХАРОВА

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Ігор ТІТОР

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Дослідження об'єкту проектування.	22.06.23	виконано
2.	Аналіз предметної області.	12.07.23	виконано
3.	Постановка завдання.	19.07.23	виконано
4.	Дослідження методів реалізації.	19.07.23	виконано
5.	Розробка проекту.	01.09.23	виконано
6.	Аналіз PACS серверів та системи Brainscan.	05.10.23	виконано
7.	Аналіз методу розгортання ПО.	10.10.23	виконано
8.	Налаштування системи.	20.11.23	виконано
9.	Економічні розрахунки.	1.12.23	виконано
10.	Оформлення пояснювальної записки.	10.12.23	виконано

Здобувач - дипломник \_\_\_\_\_ Ігор ТІТОР

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Світлана САХАРОВА

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник Ігор ТІТОР  
Ім'я ПРІЗВИЩЕ \_\_\_\_\_ Підпис \_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена модернізації інформаційно-технічної системи для обміну медичними даними в межах лікарні. Під модернізацією розуміється інтеграція сучасних програмних продуктів, у рентгенодіагностичному підрозділі лікарі, що дозволить підвищує якість обслуговування пацієнтів та зменшує вірогідність лікарських помилок.

В першому розділі виявлені основні проблеми рентгенології у сфері інформаційних технологій. Проведено дослідження об'єкта для якого розробляється система та поставлена задача на кваліфікаційну роботу.

В другому розділі були проаналізовані інформаційні технології у медичній сфері. Основну увагу було приділено: програмному забезпеченню, штучному інтелекту та основним концепціями роботи діагностичних підрозділів.

У третьому розділі описано процес інтеграції сучасного програмного забезпечення у існуючу інформаційно-технічну систему лікарні, що включає в себе: вибір PACS серверу, інтеграції ШІ, конфігурації серверу, та вибір методу розгортання програмного забезпечення.

Четвертий розділ описує практичну частину, в якому описано процес налаштування системи. П'ятий розділ обґрунтовує економічну вигоду від застосування одержаної системи. У шостому розділі розглянуто питання охорони праці.

Результатом роботи є модернізована інформаційно-технічна система для медичного закладу КПН «Одеська обласна клінічна лікарня» з інтеграцією у підрозділ лікарні, сучасних методів обробки та зберігання DICOM зображень.

**Ключові слова:** Picture Archiving and Communication System, штучний інтелект, медицина, автоматизація, програмне забезпечення, серверне та мережеве обладнання.

## **ABSTRACT**

The qualification work is devoted to the modernization of the information technology system for the exchange of medical data within the hospital. Modernization is understood as the integration of modern software products in the radiology department, which will improve the quality of patient care and reduce the likelihood of medical errors.

The first section identifies the main problems of radiology in the field of information technology. The research of the object for which the system is being developed was conducted and the task for the qualification work was set.

The second section analyzed information technology in the medical field. The main attention was paid to: software, artificial intelligence and the basic concepts of diagnostic units.

The third section describes the process of integrating modern software into the existing hospital information technology system, including: choosing a PACS server, integrating AI, configuring the server, and choosing a software deployment method.

The fourth section describes the practical part, which describes the process of setting up the system. The fifth section substantiates the economic benefits of using the resulting system. The sixth section deals with labor protection issues.

The result of the work is a modernized information and technical system for the medical institution of the Odesa Regional Clinical Hospital with integration into the hospital unit, modern methods of processing and storing DICOM images.

**Keywords:** Picture Archiving and Communication System, artificial intelligence, medicine, automation, software, server and network equipment

## ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	11
1.1 Аналіз проблем рентгенодіагностичних підрозділів	11
1.2 Характеристика рентгенодіагностичного підрозділу лікарні	12
1.3 Аналіз існуючої інформаційно-технічної системи медичного закладу	13
1.4 Постановка задачі	17
РОЗДІЛ 2 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ	19
2.1 DICOM - формат медичних зображень	21
2.2 ПО для візуалізації DICOM зображень	23
2.3 PACS - система управління медичними зображеннями	24
2.4 Штучний інтелект під час аналізу КТ-знімків	22
2.5 Програмне рішення “BrainScan”	26
2.6 Сучасні методи розгортання ПЗ	29
РОЗДІЛ 3 МОДЕРНІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ	32
3.1 Вибір PACS серверу	32
3.2 Вибір конфігурації серверу	35
3.2.1 Системні вимоги програмного забезпечення	36
3.2.2 Вибір об'єму сховища даних	37
3.3.3 Вибір конфігурації серверу	39
3.3 Вибір методу розгортання ПЗ	41
3.4 Модернізація локальної мережі приміщення КТ	45
3.4.1 Архітектурні особливості Brainscan	45
3.4.2 Опис оновленої структурної схеми	48

КРМ.КІ.1.884-03.3.8								
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	Модернізація інформаційно-технічної системи для обміну медичними даними в межах Одеської обласної клінічної лікарні	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
Розробив		Ігор ТІТОР						
Перевірів		Світлана САХАРОВА					6	113
Рецензент						ОНТУ, 123, гр. 777а		
Нормоконтроль		Світлана САХАРОВА						
Затвердив		Сергій АРТЕМЕНКО						

РОЗДІЛ 4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ	50
4.1 Конфігурація системи	50
4.1.1 Створення віртуальних машин	50
4.1.2 Налаштування MikroTik	52
4.1.3 Налаштування КТ апарату та робочих станцій	53
4.1.4 Конфігурація PACS системи	57
4.1.5 Розгортання системи у docker	59
4.2 Практичне застосування PACS та BrainScan	63
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	68
5.1 Організаційно-економічне і маркетингове обґрунтування проекту	68
5.1.1 Порівняльний техніко-економічний аналіз	68
5.1.2 Організаційне обґрунтування проекту	68
5.1.3. Побудова структури проекту	72
5.2 Економічні розрахунки проекту	76
5.2.1 Визначення вартості модернізації ІТС	77
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	83
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	94
Додаток А Структурна схема модернізованої мережі	95
Додаток Б Загальний конфігураційний файл Orthanc	96
Додаток В Публікації в місцевих та державних СМІ	99
Додаток Г Сертифікат переможця конкурсу “BLACK SEA SCIENCE 2023”	100
Додаток Д Наказ про підсумки проведення 1 туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2022 році	101
Додаток Е Презентація Power Point	104

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

## ВСТУП

Більшість медичних закладів України використовують медичні інформаційні системи (МІС) які є основною складовою для побудови сучасної інформаційно-технологічної інфраструктури. МІС дозволяє швидко та безпечно обмінюватись медичною документацією, але ці системи не створені для зберігання та передачі певних видів інформації, наприклад DICOM зображення. В даний час DICOM є одним із основних стандартів створення, зберігання, передачі та візуалізації медичних зображень. Він дозволяє зберігати велику кількість даних про пацієнта, зображення, спосіб обстеження та інші параметри дослідження централізовано.

Сучасні відділення променевої діагностики мають широкий спектр медичного діагностичного обладнання: рентгенодіагностичних комплексів, КТ, МРТ, Апаратів УЗД, Ангіографічних апаратів. Це обладнання, як правило, цифрове, і актуальним стає питання створення єдиної системи передачі та зберігання DICOM зображень, яка поєднає потік діагностичних зображень в єдину інформаційну систему.

У контексті постійно зростаючої потреби в ефективній обробці та зберіганні медичних зображень, Picture Archiving and Communication System (PACS) стає ключовим інструментом, що забезпечує надійне керування та доступ до медичної візуальної інформації. Доцільність оснащення лікарні системою PACS полягає у необхідності об'єднання всього діагностичного обладнання в єдину мережу, що призведе до можливості централізованого зберігання зображень та оптимізації процесу їх передачі та обробки. Створення цифрових архівів призведе до значної економії коштів, що витрачалися на витратні матеріали (плівка та хімреактиви), а також утримання великих плівкових пожежонебезпечних архівів.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		8

Медична візуалізація знайшла широке клінічне застосування: рентгенологія допомагає лікарям різних спеціальностей дізнатися більше про перебіг хвороби та ефективність лікування. З розвитком інформаційних технологій можливості аналізу та інтерпретації медичних зображень значно посилюються, в цьому питанні на передній план постає штучний інтелект. Алгоритми машинного навчання та нейронні мережі здатні виявляти патології на рентгенівських знімках, комп'ютерних томографіях та магнітно-резонансних зображеннях з високою точністю, що може суттєво підвищити швидкість та точність діагностики.

Зокрема, в галузі комп'ютерної томографії (КТ) використання штучного інтелекту може дозволити автоматично виявляти аномалії, розпізнавати пухлини, аналізувати структуру органів, ідентифікувати судинні патології та багато іншого. Це скорочує час, що витрачається на обробку знімків, і збільшує шанси на більш раннє виявлення захворювань, що важливо для успішного лікування та збільшення виживання пацієнтів.

У цій роботі буде розглянуто вплив штучного інтелекту на ефективність та точність діагностики в медичній галузі, а також як інтеграція PACS системи та ШІ може принести значні переваги для сучасних медичних закладів. Також будуть розглянуті технічні аспекти цієї інтеграції та її потенційні виклики.

У світі інформаційні технології грають дедалі важливішу роль різних сферах життя суспільства. Вони використовуються в науці, освіті, промисловості, охороні здоров'я і т.д. Тому підготовка висококваліфікованих фахівців у галузі інформаційних технологій є актуальним завданням.

В рамках мого навчання в Одеському національному технологічному університеті я брав активну участь у науково-дослідній діяльності. Зокрема, брав участь у міжнародному конкурсі студентських наукових праць «Black Sea Science 2023», у номінації "Інформаційні технології, автоматизація та робототехніка" та посів 3 місце. Крім того, був переможцем «Всеукраїнського

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2022 році», та посів перше місце.

Участь у цих конкурсах дозволила мені здобути нові знання та навички, а також підвищити свій рівень кваліфікації. Отже, використовуючи отриманні знання, мною був розроблен проект модернізації існуючої інформаційно-технічної системи Одеської обласної клінічної лікарні, що включає в себе інтеграцію PACS серверу з використанням штучного інтелекту. Розробка та впровадження цього проекту, дозволить закладу отримати наступні переваги:

- Підвищення точності діагностики комп'ютерної томографії;
- Зменшення часу при аналізі діагностичних зображень;
- Ефективне використання ресурсів;
- Централізоване збереження DICOM зображень;
- Зменшення витрат;
- Підвищення рівня задоволеності пацієнтів.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		10

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

#### 1.1 Аналіз проблем рентгенодіагностичних підрозділів

Нові можливості, що виникають внаслідок прогресу інформаційних технологій, тісно впливають на сучасні тенденції в глобальному ринку медичних послуг. В наш час важко уявити госпіталі чи медичний центр, який не застосовує сучасні інформаційні технології,

Для української медицини, особливо рентгенодіагностичних відділень, звичайним є використання застарілих аналогових приладів, таких як КТ, МРТ, рентген. Про централізовані системи зберігання діагностичних знімків більшість фахівців навіть не чули. Такий стан речей не пояснюється лише відсутністю коштів у сфері охорони здоров'я, а і деякими іншими проблемами.

У сучасній системі охорони здоров'я, де технології відіграють ключову роль у точній діагностиці та лікуванні, рентгенівські відділення державних лікарень стикаються з низкою серйозних проблем у галузі інформаційних технологій. Ці проблеми не лише уповільнюють процес надання медичної допомоги, а й впливають на якість послуг, що надаються.

Однією з основних проблем є використання застарілого рентгенівського обладнання. Ці апарати часто несумісні з сучасними системами збору та обробки даних, що створює перешкоди для ефективного зберігання та передачі отриманих зображень.

Багато лікарень стикаються з проблемою відсутності централізованих інформаційних систем. Це призводить до того, що медичні дані, включаючи рентгенівські знімки, зберігаються в ізольованих системах, що ускладнює обмін інформацією між різними відділеннями та лікарями.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

Відсутність сумісності рентгенівських систем з електронними медичними записами є серйозним бар'єром для ефективного управління інформацією пацієнтів. Це ускладнює доступність даних для лікарів та може призвести до недостатнього аналізу при призначенні лікування.

Вирішення цих проблем потребує комплексного підходу, що включає модернізацію обладнання, впровадження централізованих інформаційних систем, навчання персоналу. Лише у такий спосіб застарілі рентгенівські відділення зможуть ефективно інтегрувати сучасні інформаційні технології у медичну практику.

## **1.2 Характеристика рентгенодіагностичного підрозділу лікарні**

Перший рентгенівський кабінет у обласній лікарні був введений в експлуатацію в 1910 році, з тих пір йшла неперервна робота по удосконаленню рентгенодіагностики лікарні.

У теперішній час лікарня має на своєму балансі порядку 30 рентгенівських апаратів, в тому числі високотехнологічних, таких як цифрова рентгенографія та комп'ютерна томографія. У відділеннях працює понад 100 співробітників служби.

Досягнення сучасної радіології в обласній лікарні значно покращили якість діагностики та скоротили час перебування хворого на ліжку. Найважливіше значення має організація всієї служби променевої діагностики, куди входить рентгенологія, комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія. Бурхливий розвиток засобів променевої діагностики у обласній лікарні, що спостерігається в останні десятиліття, відкрив перед клінічною медициною принципово нові можливості, зробивши доступними для дослідження практично всі органи і тканинні структури людського тіла. Тому, променевої візуалізації у лікарні відводиться центральна роль.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

Центральну роль в променевій діагностиці відіграє комп'ютерна томографія. На базі рентгенодіагностичного відділення працює комп'ютерний томограф Insitum 64s.



Рис. 1.1 - комп'ютерний томограф Insitum 64s

Він дозволяє провести точну діагностику при рутинному обстеженні завдяки якісним зображенням, які відповідають потребам різних пацієнтів. До ключових особливостей належать: знижене променеве навантаження, прискорене сканування з отриманням чіткого та детального зображення, що дозволяє виявляти дрібні патологічні зміни у будь-якій частині організму людини. Області застосування – дослідження кістково-м'язової системи, структур головного мозку, органів черевної порожнини та малого тазу, ангіографія магістральних та периферичних кровоносних судин.

### 1.3 Аналіз існуючої інформаційно-технічної системи медичного закладу

Структуру інформаційно-технічної системи медичного закладу можна умовно розділити на наступні блоки:

**Архітектура:** Трирівнева клієнт-серверна архітектура. Це означає, що є централізований сервер, до якого підключені клієнтські пристрої. Це рішення зумовлене потребами медичного закладу.

**Інформаційна система:** Централізований обмін даними відбувається за допомогою медичної інформаційної системи "SimplexMed". Ця система

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		13

інтегрується з електронною системою охорони здоров'я eHealth, підтримує підключення обладнання DICOM, забезпечує централізоване зберігання даних на сервері підприємства та має інші функціональні можливості.

**Операційна система:** В якості серверної ОС використовується Windows Database, з додатковими модулями RDS та Hyper-V. В якості ОС для користувачі - Linux Ubuntu.

**Система моніторингу:** Для відстеження та контролю стану мережевих пристроїв та серверів використовується система моніторингу Zabbix.

**Сервер:** Fujitsu Primergy gx2530 m5 в кількості 2 штук, що дозволяє створити відмовостійкий кластер. В якості сховище використовується система зберігання даних IBM FlashSystem 5010.

**Робочі станції:** В якості робочих станцій, використовуються тонкі клієнти Dell Wyse 3040, які забезпечують ефективну роботу віртуальних робочих столів.

**Мережеве обладнання:** Комутатор MikroTik CSS326-24G-2S+RM, маршрутизатори MikroTik CCR1016-12S-1S+ та CCR 2004-1G-12S+2XS використовуються для забезпечення мережевої інфраструктури.

Ці компоненти у сукупності формують інфраструктуру локальної мережі лікарні, забезпечуючи централізоване управління та обробку медичної інформації, а також забезпечуючи відмовостійкість та високу продуктивність.

Одеська обласна клінічна лікарня має три основних будівлі: Стационарне відділення (яке налічує 52 підрозділи) , поліклініка та пологовий будинок. Вони об'єднані в одну локальну мережу, використовуючи технологію, 1 Gigabit Ethernet та 10 Gigabit Ethernet, швидкість передачі даних в мережі – від 100 Мбіт/с до 10Гбіт/с. Відділення стаціонару має виділене приміщення для серверу (сервера кімната). Саме в відділенні стаціонару знаходиться рентгендіагностичний підрозділ. Мережева топологія - "Зірка".

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14

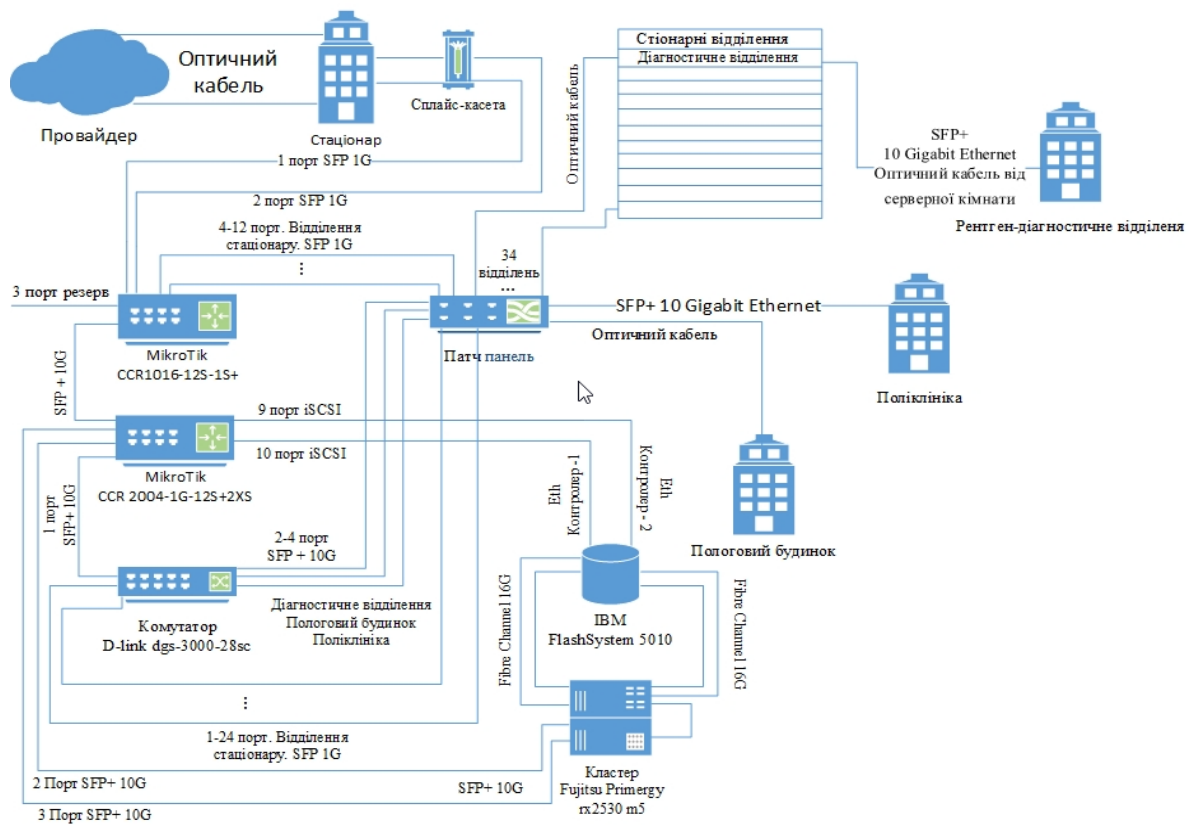


Рис. 1.2 - Загальна схема локальної мережі лікарні

В серверну кімнату під'єднано два оптичні кабелі зі швидкістю 1 Гбит/с, від різних провайдерів, які маршрутизатора MikroTik CCR1016 в 1-2 SFP порт. В порти 4-12 підключені стаціонарні відділення через патч панель, в якій розпаяно 36 підключень (34 стаціонарних відділення, поліклініка та пологовий будинок), 3 порт є резервним. Цей маршрутизатор з'єднаний з маршрутизатором MikroTik CCR 2004 через SFP+ порт. MikroTik CCR 2004 в порти SFP+ 9-10 підключена СЗД IBM FlashSystem, по протоколу iSCSI, в 2-3 SFP+ порти підключен серверний кластер Fujitsu, та через 1 SFP+ порт підключен комутатор D-link. До комутатор D-link в SFP порти 1-24 через патч панель, підключені стаціонарні відділення, в порти SFP+ 2 підключено рентгенодіагностичне відділення використовуючи маршрутизатор MikroTik RB2011UiAS-2HnD.

					KPM.KI.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		15

В даному проекті буде розглядатись модернізація та впровадження нових систем, одного з підрозділів ООКЛ, а саме рентгенодіагностичного, локальна мережа якого зображена на рисунку 1.3.

У приміщенні комп'ютерної томографії (КТ) створення ефективної та безпечної локальної мережі відіграє ключову роль у забезпеченні безперебійної роботи обладнання, передачі та зберігання медичних зображень. Це служить фундаментом для обміну даними між різними компонентами системи, включаючи сам комп'ютерний томограф, сервер PACS, а також вичислювальні ресурси для аналізу зображень. На основі отриманих даних під час аналізу локальної мережі приміщення, була побудована структурна схема локальної мережі яка зображена на рисунку 1.3.

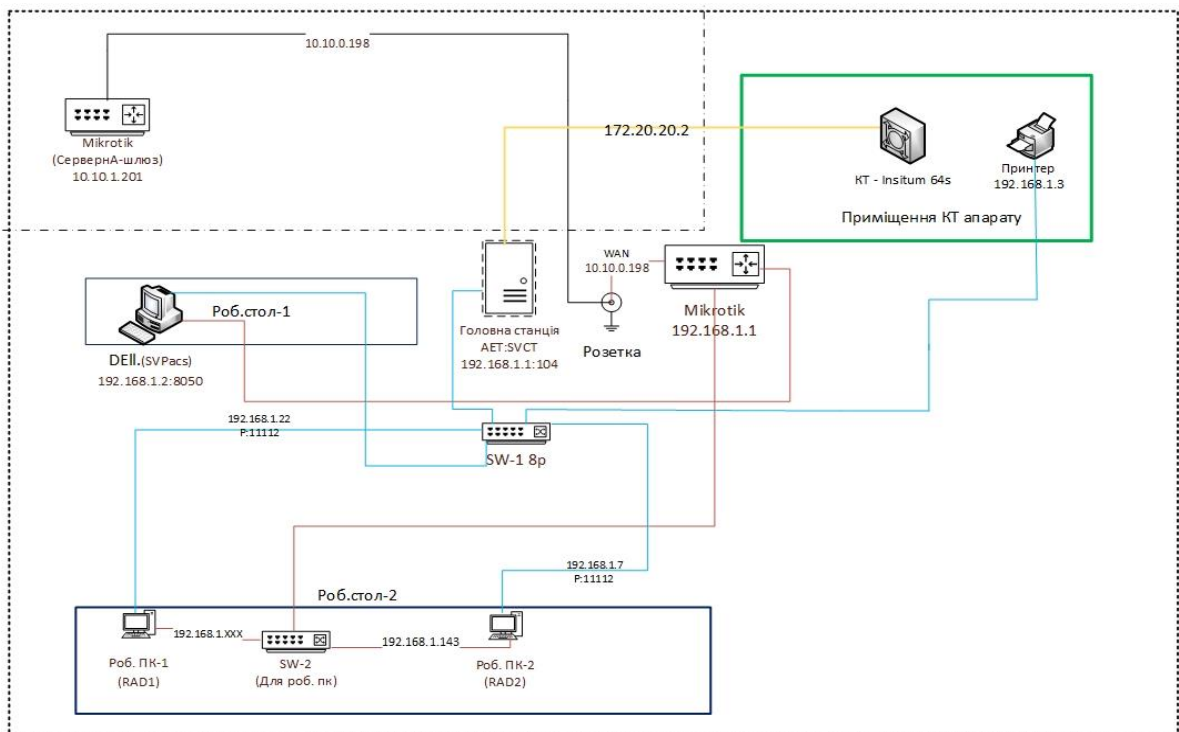


Рис. 1.3 - Схема локальної мережі приміщення КТ до модернізації

Загально, схему можна описати наступним чином: З серверної кімнати, від центрального маршрутизатора ( шлюза) до приміщення КТ потрапляє оптичне волокно, яке приєднане до маршрутизатор MikroTik RB2011UiAS-2HnD. Він

									Арк.
									16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	КРМ.КІ.1.884-03.3.8				

дає доступ до мережі інтернет для трьох робочих станцій RAD1, RAD2, SVPacs, використовуючи перший мережевий інтерфейс.

Головна станція SVCT об'єднана з КТ апаратор, та через свіч SW-1 з'єднана з робочими станціями RAD1, RAD2, SVPacs та принтером для друку рентген зображень, використовуючи другий мережевий інтерфейс.

Зі схеми видно, що локальна мережа має декілька особливостей: Робочі станції та КТ апарат об'єднані в окрему мережу, головна станція не має доступу до мережі інтернет та локальної мережі лікарні.

Отже, проаналізувавши локальну мережу рентгенодіагностичного підрозділу, можна сказати що мережа в цьому приміщенні побудована не розрахована на інтеграцію будь-яких систем. Майбутня модернізація дозволить не тільки інтегрувати сучасні технології а і масштабувати її.

#### **1.4 Постановка задачі**

Мета даної кваліфікаційної роботи полягає модернізації інформаційно-технічної системи, а саме в інтеграції сучасних систем зберігання та аналізу КТ знімків з використанням штучного інтелекту. Це дозволить закладу централізовано зберігати та обмінюватись DICOM зображеннями, значно пришвидшити процес аналізу діагностичних зображень, зменшити вірогідність помилок під час опису зображень, зменшити витрати на аналогові носії (плівку).

Поставлена мета визначає наступні завдання кваліфікаційної роботи:

- Модернізацію локальної мережі підрозділу;
- Обрати сучасний та легкий в адмініструванні PACS сервер;
- Інтегрувати штучний інтелект для аналізу знімків;
- Підвищити надійність зберігання даних;
- Автоматизувати процес розгортання подібних систем.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		17

Теоретична значимість даної кваліфікаційної роботи полягає у модернізації локальної мереж підприємства та рентгенодіагностичного підрозділу, яка включає в себе підвищення відмовостійкості, стабільності та безпеки.

Результатом практичної частини кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності аналізу КТ знімків, швидкості обміну інформації, зменшення витрат на аналогові носії, зменшення помилок під час прийняття рішення про встановлення діагнозу.

### **Висновки:**

У даному розділі було проведено аналіз стану питання та поставлено завдання кваліфікаційної роботи.

Аналіз існуючої інформаційно-технічної системи медичного закладу показав, що вона має ряд проблем, які перешкоджають ефективному використанню сучасних технологій у рентгенодіагностичному підрозділі. Зокрема, локальна мережа підрозділу не відповідає сучасним вимогам і не дозволяє інтегрувати сучасні системи зберігання та аналізу КТ знімків.

Постановка задачі кваліфікаційної роботи спрямована на вирішення цих проблем. В результаті виконання роботи буде модернізована локальна мережа підрозділу, буде обраний сучасний та легкий в адмініструванні PACS сервер, буде інтегровано штучний інтелект для аналізу знімків, підвищена надійність зберігання даних, а також автоматизовано процес розгортання подібних систем.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		18

## РОЗДІЛ 2

### ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ

#### 2.1 DICOM - формат медичних зображень

DICOM, або Digital Imaging and Communications in Medicine, представляє собою міжнародний стандарт, призначений для створення, зберігання, передачі та візуалізації медичних зображень та відповідної інформації про пацієнта та проведене обстеження. Цей стандарт широко використовується у різних галузях медицини, таких як радіологія та кардіологія, а також в багатьох типах діагностичного обладнання, включаючи КТ, МРТ, ультразвукові пристрої та рентгенівське обладнання, і все це вже стало стандартом у світі охорони здоров'я. Крім того, DICOM вдався в інші галузі медицини, такі як офтальмологія та стоматологія.

З середи безлічі пристроїв для обробки зображень, DICOM визнано одним з найбільш поширених стандартів у медичних зображеннях у всьому світі. Літерально мільярди DICOM-зображень використовуються у галузі охорони здоров'я, і цей стандарт відкрив можливість візуалізувати та обробляти медичні зображення з різних галузей медицини.

Починаючи з моменту свого першого опублікування у 1993 році, DICOM суттєво вплинув на практику радіології, дозволяючи замінити процес отримання рентгенівських знімків, використовуючи рентгенівську плівку, на повністю цифровий процес.

#### Структура DICOM-зображення

DICOM-зображення складаються з двох основних компонентів:

- Зображення: Саме медичне зображення, яке може бути отримане з різних обладнань, таких як КТ, МРТ, рентген, ультразвук та інші. DICOM зображення можуть представляти собою 2D знімки або 3D об'єкти, залежно від характеру обстеження.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19

- **Метадані:** Ця частина містить інформацію, пов'язану з зображенням. Метадані включають дані про пацієнта (ім'я, дата народження, ідентифікаційний номер), характеристики обладнання (назва моделі, параметри зйомки), діагнози лікаря та багато іншої інформації, що допомагає ідентифікувати та зрозуміти зображення.

### **Переваги DICOM**

- **Універсальність:** DICOM є загально прийнятим стандартом, який підтримується більшістю медичних обладнань та програмного забезпечення. Це дозволяє різним лікарням та лікарям обмінюватися медичними зображеннями та даними без перешкод.
- **Збереження якості:** DICOM зображення зберігають високу якість медичних зображень навіть при повторних збереженнях та передачах. Це важливо для збереження точності та надійності діагностики.
- **Забезпечення конфіденційності:** DICOM містить стандарти для захисту конфіденційності пацієнтів, включаючи шифрування та ідентифікацію.

### **Робота з DICOM**

Робота з DICOM-зображеннями включає в себе наступні кроки:

- **Отримання зображення:** Зображення генеруються медичним обладнанням під час обстеження пацієнта. Ці зображення зберігаються у форматі DICOM.
- **Збереження та ідентифікація:** DICOM-зображення зберігаються в базі даних, яка також містить метадані, пов'язані з зображенням, такі як дані пацієнта та характеристики обстеження.
- **Візуалізація та аналіз:** Лікарі використовують спеціалізоване програмне забезпечення для перегляду та аналізу DICOM-зображень з метою постановки діагнозу та прийняття рішень щодо лікування.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		20

- Обмін та передача: Зображення можуть бути передані на інші медичні системи, що дозволяє консультиватися з іншими лікарями або проводити додаткові обстеження.

DICOM став невід'ємною частиною сучасної медицини, дозволяючи забезпечувати надійну обробку, зберігання та передачу медичних зображень та даних, що має вирішальне значення для діагностики та лікування пацієнтів.

## 2.2 ПО для візуалізації DICOM зображень

На сьогоднішній день існує ряд додатків для візуалізації DICOM зображень, кожен з яких має свої переваги та обмеження. Ці програми відрізняються за спрямованістю та метою використання. Деякі з них розроблені для використання в браузері та потребують доступу до Інтернету, тоді як інші є автономними додатками, що не вимагають підключення до мережі.

Найбільш відомими та часто застосовуваними програмами для перегляду медичних даних є RadiAnt, OsiriX та MRICro.

**RadiAnt** - Це додаток, який легко використовувати та зрозумілий для будь-якого користувача, і він містить мінімальний набір інструментів для перегляду DICOM-зображень.

Переваги включають:

- Більше інструментів для вимірювань різних параметрів, таких як вимірювання кутів між двома прямими і можливість намалювати довільний контур для обчислення площі.
- Можливість одночасного перегляду двох чи більше зображень на одному екрані.

Недоліки включають:

- Відсутність палітр, які допомагали б краще візуалізувати різницю в кольоровому сигналі на чорно-білих зображеннях.
- Відсутність інтерфейсу українською мовою.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		21

**OsiriX** - є додатком для пристроїв MacOS, який легко використовувати і інтуїтивно зрозумілий, і він включає в себе велику кількість інструментів для візуалізації та обробки DICOM-зображень.

Переваги включають:

- Розширений набір інструментів для візуалізації.
- Можливість одночасного перегляду двох чи більше зображень на одному екрані.

Недоліки включають:

- Обмежена сумісність, доступна лише на пристроях з Mac OS.
- Відсутність палітр, які допомагали б краще візуалізувати різницю в кольоровому сигналі на чорно-білих зображеннях.
- Відсутність україномовного інтерфейсу.

**MRicro** - це програма для перегляду DICOM-зображень, призначена для користувачів з досвідом. Вона містить широкий набір інструментів, необхідних для візуалізації та обробки зображень.

Переваги включають:

- Розширений набір інструментів для візуалізації.

Недоліки включають:

- Відсутність палітр, які допомагали б краще візуалізувати різницю в кольоровому сигналі на чорно-білих зображеннях.
- Інтерфейс, який не є інтуїтивно зрозумілим та не зручний для користувачів без великого досвіду.
- Відсутність україномовного інтерфейсу.

Обираючи програму для візуалізації DICOM зображень, важливо враховувати свої потреби та рівень досвіду користувача. Ці програми грають важливу роль у сприянні точним діагнозам та ефективному лікуванню пацієнтів, і вибір найкращого інструменту може мати вирішальне значення для медичної практики.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22

### 2.3 PACS - система управління медичними зображеннями

Сучасна медицина надзвичайно залежить від здатності збирати, зберігати і обмінювати медичні зображення. Інформація, отримана з діагностичних процедур, таких як комп'ютерна томографія (КТ), магнітно-резонансна томографія (МРТ), рентгенівське обладнання та ультразвук, є вирішальною для діагностики та лікування пацієнтів. Точність і доступність цих медичних зображень грають вирішальну роль у забезпеченні пацієнтам якісного медичного обслуговування. Тут на допомогу приходять системи управління медичними зображеннями PACS (Picture Archiving and Communication System).

PACS – це інтегрована система, призначена для зберігання, організації та обміну медичними зображеннями та пов'язаною інформацією в електронному форматі. Вона спрощує роботу лікарів, поліпшує доступність до медичних зображень і зменшує витрати лікарень та клінік.

Основні складові PACS систем включають наступне:

**Збереження медичних зображень:** PACS системи дозволяють централізовано зберігати медичні зображення у цифровому форматі. Це дозволяє забути про палітри і фільми, які в поточний час використовуються для збереження рентгенівських та інших зображень в багатьох лікарнях. Зображення зберігаються в безпеці, і вони легко доступні для подальшого використання та аналізу.

**Організація медичних зображень:** PACS дозволяє структуровано організувати медичні зображення, роблячи їх доступними для лікарів та інших медичних спеціалістів. Зручний інтерфейс дозволяє легко шукати та відкривати необхідні зображення за певними параметрами, такими як ім'я пацієнта, дата обстеження чи вид обстеження.

**Доступність для лікарів:** PACS робить медичні зображення доступними для лікарів з будь-якого місця, де є доступ до мережі. Це

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

особливо корисно для консультацій, а також для ситуацій, коли лікарі в різних локаціях повинні працювати з одним і тим самим пацієнтом.

**Забезпечення безпеки та конфіденційності:** Забезпечення конфіденційності медичних даних - це критична частина PACS систем. Вони використовують різні методи шифрування та ідентифікації, щоб забезпечити захист медичних інформації від несанкціонованого доступу.

**Обмін медичними зображеннями:** PACS дозволяє лікарням, клінікам та лабораторіям обмінюватися медичними зображеннями для другої думки, консультацій та інших медичних потреб. Це полегшує співпрацю між різними медичними установами та фахівцями.

**Інтеграція з Інформаційними Системами Лікарень:** PACS часто інтегрується з Інформаційними Системами Лікарень (Hospital Information Systems, HIS) та Інформаційними Системами Лабораторій (Laboratory Information Systems, LIS), що дозволяє автоматизувати обробку медичних даних і робить їх доступними для всього персоналу лікарні.

**Зменшення втрати:** Паперові та аналогові методи збереження медичних зображень можуть піддаватися ризику втрати внаслідок природних катастроф, пожеж чи інших негараздів. Збереження в електронному форматі, якщо воно відповідає стандартам безпеки, дозволяє зменшити ризик втрати важливих медичних даних.

Отже, PACS системи відіграють ключову роль у сучасній медицині, дозволяючи поліпшити роботу лікарів, зберігати дані безпечно і забезпечувати швидкий доступ до необхідних медичних зображень. Завдяки PACS системам лікарі можуть надавати більш точну та оперативну медичну допомогу пацієнтам.

## 2.4 Штучний інтелект під час аналізу КТ-знімків

Комп'ютерна томографія сприяє ранньому виявленню широкого спектра захворювань. Однак, під час КТ-обстеження, перед постановкою діагнозу

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		24

виникає складне завдання: необхідно забезпечити ефективність і безпеку процедури. Під час сканування пацієнт піддається дозі рентгеновського випромінювання, і зменшення цієї дози може призвести до погіршення якості отриманого зображення.

Методики проведення КТ та інтерпретація її результатів можуть бути поліпшені завдяки використанню машинного навчання. Технології, що базуються на штучному інтелекті (ШІ), дозволяють збалансувати якість зображення і рівень випромінювання.

Передові розробки розширюють традиційний спектр клінічних завдань, які може вирішити лікар завдяки КТ, від точної диференціальної діагностики до інтелектуального прогнозування.

Алгоритми машинного навчання змінюють підхід до застосування комп'ютерної томографії, та дають наступні переваги:

**Забезпечення безпеки процедури:** Штучний інтелект підвищує цінність діагностичної процедури, дозволяючи отримати більше інформації з отриманих знімків. У випадку необхідності лікар може провести реконструкцію зображення з декількох шарів та покращити його якість через обробку та фільтрацію. При цьому немає потреби повторювати КТ. Обчислювальна обробка частково замінює контрастні речовини, що полегшує візуалізацію патологічних областей. Дослідження може проводитися при менших дозах опромінення та навантаженні контрастом.

**Виявлення незамітних патологій:** Алгоритми машинного навчання проводять сегментацію зображення з виділенням областей інтересу. Виявлення невеликих відхилень, характерних для ранніх стадій захворювань, є важливою складовою ранньої діагностики. Тут інтелектуальні можливості штучного інтелекту можуть бути великою допомогою.

**Зменшення часу інтерпретації зображення:** Штучний інтелект може автоматизувати рутинні процеси, оцінювати обсяг пошкоджень, складати

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

попередні звіти та забезпечувати швидкий обмін інформацією між лікарями. Завдяки інтелектуальному сортуванню пацієнтів діагност першочергово звертає увагу на важкі випадки.

**Підвищення клінічної достовірності результатів:** Алгоритми машинного навчання дозволяють досягти високих показників прогнозування і точності. Вони виявляють приховані закономірності при аналізі зображення і здійснюють кількісну оцінку патологічної області. Дані візуалізації можуть поєднуватися з клінічними показниками для передбачення результатів захворювання.

**Раціональне використання ресурсів медичних закладів:** Впровадження інтелектуальних технологій впливає на економічну ефективність КТ. Збільшується пропускна здатність пацієнтів, досягається компроміс між дозою опромінення та якістю знімка, зменшується знос медичного обладнання.

Усе більше доказів свідчать про значущий вплив алгоритмів машинного навчання на сферу комп'ютерної томографії (КТ) та діагностики захворювань. Впровадження штучного інтелекту в аналіз КТ знімків сприяє покращенню безпеки процедури, виявленню навіть малозамітних патологій, скороченню часу інтерпретації результатів, підвищенню їхньої клінічної достовірності та раціональному використанню ресурсів лікувально-профілактичних закладів. Використання інтелектуальних технологій у КТ революціонізує підхід до медичної діагностики та робить її більш доступною, ефективною та надійною.

## 2.5 Програмне рішення “BrainScan”

BrainScan - це програмне рішення на базі штучного інтелекту, призначене для аналізу комп'ютерної томографії та автоматичного виявлення уражень головного мозку. Він спрямований на підвищення точності та ефективності діагностики за рахунок скорочення випадків заниження звітності та надання допомоги рентгенологам у розміщенні пріоритетів серед пацієнтів.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

Серія сканувань з апарата КТ відправляється у вигляді файлів DICOM на сервер PACS, який є обчислювальним пристроєм для безпечного зберігання, отримання, керування та доступу до медичних даних.

Потім скрипт фільтрує всі КТ головного мозку, анонімізує їх та пересилає до BrainScan Cloud. Алгоритми, що базуються на штучному інтелекті, автоматично аналізують знімки, виявляючи потенційні патологічні зміни.

Результати зберігаються у вигляді інфографіки та помітні лікарям як наступна серія дослідження та зберігаються у файлі DICOM. Результати (також зберігаються) у вигляді структурованого тексту повертаються на сервер PACS, з якого вони були надіслані. Переваги інфографіки в тому, що вона доступна у кожному засобі перегляду DICOM, який використовується лікарями. І весь процес триває близько п'яти хвилин. Нижче наведено зразок результату, отриманого системою Brainscan і прикріплений до проаналізованого дослідженню зображень у вихідній системі PACS.

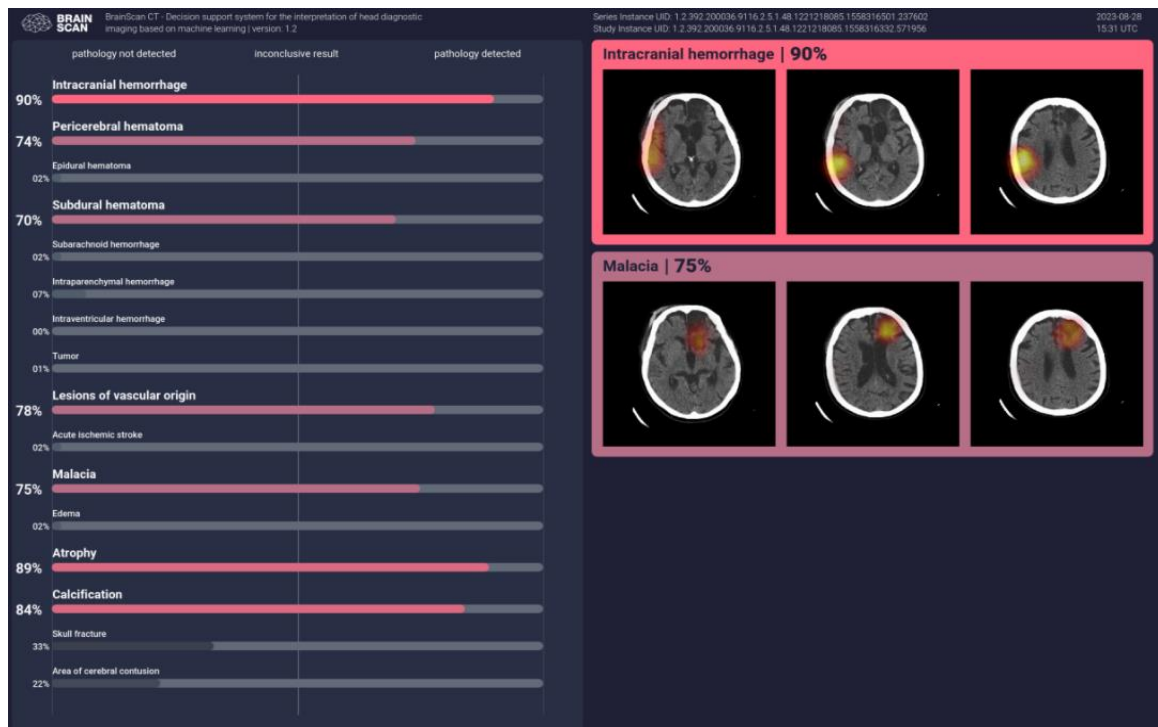


Рис. 2.1 - Результат роботи “Brainscan”

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

Нині BrainScan розпізнає близько десятка патологічних змін, але регулярно оновлює як кількість виявлених уражень, так і ефективність їх виявлення, а головне, вказує області мозку, в яких вони виникають.

Таблиця 2.1

Види патологій що розпізнає BrainScan

Паталогія	Визначення
Внутрішньочерепний крововилив	Позасудинне скупчення крові у внутрішньочерепних просторах.
Перицеребральна гематома	Скупчення крові, що накопичується між внутрішньою поверхнею черепа і павутинною оболонкою мозкових оболонок
Епідуральна гематома	Скупчення крові, що утворюється між внутрішньою поверхнею черепа та зовнішнім шаром твердої мозкової оболонки.
Субдуральна гематома	Скупчення крові між твердою мозковою оболонкою та павутинними шарами мозкових оболонок
Субарахноїдальна кровотеча	Наявність крові в субарахноїдальному просторі
Внутрішньопаренхіматозна кровотеча	Скупчення крові в паренхімі головного мозку
Внутрішньошлуночкова кровотеча	Наявність крові в шлуночковій системі головного мозку
Пухлина	Внутрішньочерепна пухлина, первинна або вторинна
Поразка судинного походження	Поразка, що виникає внаслідок порушення кровотоку по внутрішньочерепній артерії, у тому числі при гострому та хронічному інфаркті
Гострий ішемічний інсульт	Гострий інфаркт до семи днів від початку
Маласія	Область ураження паренхіми головного мозку внаслідок церебральної ішемії, церебральної інфекції, крововиливу, черепно-мозкової травми, хірургічного втручання або інших ушкоджень

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

Продовження таблиці 2.1

Набряк	Надмірне накопичення рідини у внутрішньоклітинному або позаклітинному просторі головного мозку
Атрофія	Зменшення обсягу паренхіми головного мозку
Кальцифікація	Нормальна чи патологічна внутрішньочерепна кальцифікація
Перелом черепа	Перелом однієї з кісток черепа, за винятком минулих переломів, що відновилися
Область забиття головного мозку	Забій головного мозку, забій головного мозку, форма черепно-мозкової травми

Колекція зображень комп'ютерної томографії мозку, зібрана на серверах, включає кілька сотень тисяч унікальних досліджень. Щоб проілюструвати масштаб: якщо припустити, що середня кількість зрізів дорівнює 50, BrainScan аналізує близько 15 мільйонів зображень. Кожне з цих тисяч зображень має текстовий опис, який необхідно інтерпретувати за допомогою методів аналізу тексту.

Підбиваючи підсумки можна сказати що основною перевагою BrainScan є його швидкість та точність виявлення патологій головного мозку, а також здатність постійно оновлювати свої алгоритми для виявлення нових патологій. Така технологія базується на обширній колекції медичних зображень КТ мозку, що складається з кількох сотень тисяч унікальних досліджень. Постійне оновлення та вдосконалення алгоритмів BrainScan робить його невід'ємною частиною сучасної медичної практики та допомагає реалізувати нові можливості для точної та ефективної діагностики патологій головного мозку.

## 2.6 Сучасні методи розгортання ПЗ

Розгортання програмного забезпечення (ПЗ) - це критичний етап впровадження та адміністрування систем, який визначає, наскільки швидким та надійним буде доступним для користувачів окремі сервіси. У світі швидко

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		29

зростаючих технологій і загальних методологій розробки ПЗ, методи розгортання також розвиваються та вдосконалюються. Однією з ключових тенденцій у сучасному розгортанні ПЗ є автоматизація цього процесу. Це включає в себе використання інструментів і систем управління конфігурацією, таких як Docker, Kubernetes, Ansible, та інших. Ці засоби дозволяють адміністраторам налаштовувати та розгортати середовища, в яких буде працювати ПЗ, з мінімальними зусиллями і ризиками помилок. Автоматизація також дозволяє реалізувати концепцію "інфраструктури як коду". Адміністратори можуть визначити всю структуру і конфігурацію середовища у вигляді коду, який потім може бути контрольований версійно та використовуваний для розгортання в різних стадіях розробки.

Для побудови цього проекту буде використан один з найсучасніших методів розгортання ПЗ - контейнеризація.

Контейнеризація — це технологія, яка стала невід'ємною частиною розробки та розгортання програмного забезпечення (ПЗ) в сучасному інформаційному світі. Вона дозволяє розробникам та інженерам створювати, пакувати та розгортати додатки та їх залежності в ізольовані контейнери, що забезпечує їх роботу безперервно та надійно в будь-якому обчислювальному середовищі.

На суттєве визначення контейнеризації можна подивитися як на процес пакування додатків та всієї їх залежності в одну ізольовану одиницю, яку називають контейнером. Цей контейнер містить усе необхідне для роботи додатку, включаючи код, бібліотеки, середовище виконання та конфігурацію.

Контейнери дозволяють уникнути конфліктів між залежностями та забезпечують ізоляцію додатків один від одного, що робить їх ідеальними для розгортання на одному сервері чи в одному обчислювальному середовищі.

Основні переваги контейнеризації:

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		30

**Ізоляція:** Контейнери розділені та ізольовані один від одного, що дозволяє запускати додатки з різними версіями залежностей на одному сервері без конфліктів.

**Портативність:** Контейнери є переносимими між обчислювальними середовищами. Додаток, який працює в контейнері на локальному комп'ютері, буде працювати так само в хмарному середовищі чи на власному сервері.

**Швидкість розгортання:** Контейнери можуть бути запуснені за секунди, що дозволяє значно скоротити час розгортання додатків та швидше реагувати на зміни.

**Масштабованість:** Контейнери легко масштабуються, що дозволяє вам додавати або забирати екземпляри додатку в залежності від потреб користувачів.

**Управління версіями:** Завдяки контейнерам можливе версіонування додатків та забезпечення стабільності під час оновлень.

Отже, контейнеризація - це потужна технологія, яка полегшує та покращує процес розгортання програмного забезпечення завдяки популярним інструментам, вона доступна для всіх, хто прагне полегшити та покращити процес розгортання ПЗ.

### **Висновки:**

У розділі 2 було розглянуто основні інформаційні технології, що застосовуються в сучасній медицині. Було показано, що інформаційні технології відіграють все більш важливу роль у медицині, дозволяючи підвищувати точність і ефективність діагностики та лікування. Зокрема, використання штучного інтелекту в аналізі медичних зображень має значний потенціал для покращення діагностики захворювань та підвищення точності лікування. Для побудови проекту буде використано один з найсучасніших методів розгортання ПЗ - контейнеризація.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		31

## РОЗДІЛ 3

### МОДЕРНІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

#### 3.1 Вибір PACS серверу

На ринку існує багато комерційних та вільних серверів PACS, і вибір відповідного рішення залежить від різних факторів, включаючи бюджет медичної організації, вимоги до масштабованості, а також функціональні вимоги.

Серед популярних комерційних серверів PACS, такі рішення, як AGFA Healthcare Impax, Merge Healthcare та Carestream Vue PACS. Вони забезпечують широкий спектр функцій, але часто потребують значних інвестицій та налаштувань. Однак, якщо бюджет обмежений, або медична організація віддає перевагу вільним рішенням, є кілька чудових варіантів, включаючи такі як dcm4chee, Orthanc та Sante Dicom Server.

**dcm4chee** - це відкрите програмне забезпечення для PACS, яке створене на платформі Java. Воно пропонує повний стек DICOM-сумісних рішень для обміну та збереження медичних зображень та даних.

#### **Особливості:**

- Повна підтримка стандарту DICOM для обробки, збереження та передачі медичних даних.
- Підтримка HL7 і IHE для інтеграції з іншими медичними системами.
- Відкрите програмне забезпечення з активними спільнотами користувачів і розробників.
- Можливість масштабування та розширення функціоналу за допомогою додаткових модулів.

**Orthanc** - це безкоштовний та відкрите програмне забезпечення для PACS, яке відзначається своєю простотою та гнучкістю. Воно призначене для збереження, обробки та обміну медичними зображеннями.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		32

### Особливості:

- Легка установка та конфігурація.
- Швидка обробка медичних зображень та низький рівень системних вимог.
- Повна підтримка DICOM та відкритий інтерфейс API для розширень.
- Підтримка HL7 та IHE для інтеграції з іншими системами.

Orthanc - ідеальний вибір для невеликих та середніх медичних організацій або тих, хто шукає швидку та просту у використанні систему PACS.

**Sante DICOM Server** - це відкрите програмне забезпечення для обміну медичними зображеннями та даними в стандарті DICOM. Воно розроблене для забезпечення надійності та безпеки обміну медичними даними.

### Особливості:

- Забезпечує захист персональних даних пацієнтів та відповідає вимогам стандарту HIPAA.
- Підтримка автентифікації та авторизації користувачів.
- Підтримка аудиту та журналювання дій користувачів.

Саме через те, що в більшості лікарень обмежений бюджет, в цьому проекті буде використані переважно безкоштовним рішення. Це дозволить на практиці показати реалізацію та необхідність цього проекту, що в подальшому збільшить фінансування, та дозволить масштабувати цей проект.

Проаналізувавши ринок вільних PACS серверів, були зібрані основні критерії вибору що наведені в таблиці 3.1

Таблиці 3.1

Порівняльні характеристики PACS серверів

Характеристика	dcm4chee	Orthanc	Sante DICOM Server
Тип	Повнофункціональний PACS	Гнучкий і модульний PACS	Легкий PACS

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

## Продовження таблиці 3.1

Інтеграція з іншими системами	Підтримується	Підтримується	Підтримується
Легкість установки і налаштування	Середня	Висока	Висока
Ефективність обробки зображень	Висока	Висока	Висока
Підтримка масштабованості	Так	Так	Так
Підтримка зберігання даних	Так	Так	Так
Підтримка багатьох форматів	Так	Так	Так
Простота використання	Середня	Висока	Висока
Гнучкість	Середня	Висока	Висока
Швидкість	Висока	Висока	Висока
Сумісність зі стандартами	DICOM, HL7, IHE	DICOM, HL7, IHE	DICOM, HL7, IHE
Відкрите ПЗ	Так	Так	Так
Підтримка модульної архітектури	Так	Так	Так

На основі проведеного порівняльного аналізу PACS-серверів dcm4chee, Orthanc і Sante DICOM Server можна зробити висновок, що Orthanc є оптимальним вибором.

Orthanc вражає своєю гнучкістю та високою швидкістю обробки зображень, що робить його ідеальним варіантом для організацій з великим обсягом медичних даних. Його легкість установки і налаштування дозволяє значно заощадити час і зусилля під час впровадження. Orthanc також підтримує стандарти DICOM, HL7 та IHE, що дозволяє йому легко

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

інтегруватися з іншими системами в організації. Він також є відкритим програмним забезпеченням, що важливо для багатьох користувачів.

Узагальнюючи, Orthanc відповідає вимогам сучасної медичної галузі та надає широкий функціонал разом з гнучкістю та швидкістю. Його вибір являє собою оптимальний варіант для лікарні з урахуванням всіх поточних потреб та майбутнього росту.

### 3.2 Вибір конфігурації серверу

Вибір конфігурації сервера для впровадження PACS-сервера є важливим етапом у розгортанні системи цифрового архівування та обміну медичними зображеннями. Відповідна конфігурація сервера визначає продуктивність, надійність та доступність PACS, тому важливо ретельно розглянути всі аспекти перед придбанням апаратного забезпечення.

Існує кілька ключових факторів, які слід враховувати під час вибору конфігурації сервера для PACS:

- **Розмір медичної організації:** Великі медичні заклади з великим потоком пацієнтів та медичних зображень вимагають більш потужних серверів для обробки та збереження даних. Для невеликих клінік чи лікарень може бути достатньо меншої конфігурації.
- **Кількість медичних зображень:** Обсяг обробки та збереження медичних зображень є важливим параметром. Обчислювальна потужність та обсяг сховища повинні відповідати обсягу даних, які будуть зберігатися та оброблятися.
- **Вимоги до продуктивності:** Швидкість доступу до медичних зображень та завантаження даних важлива для надання якісної медичної допомоги. Визначення мінімальної продуктивності та резерву потужності - це ключовий етап вибору конфігурації сервера.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		35

- **Запас надійності:** Для медичних установ важлива надійність сервера та можливість аварійного відновлення. Резервне живлення, RAID-масиви для збереження даних та інші системи забезпечення надійності повинні бути враховані.
- **Масштабованість:** Система повинна бути готовою до масштабування, оскільки обсяг медичних даних може зростати з часом. Вибір сервера з можливістю розширення - це стратегічне рішення.
- **Фінансові обмеження:** Обрана конфігурація сервера повинна вписуватися у фінансові обмеження медичної організації. Важливо знайти баланс між функціональністю та вартістю.

### 3.2.1 Системні вимоги програмного забезпечення

Зазвичай впровадження PACS супроводжується інтеграцією додаткових систем для покращення функціональності та робочого процесу медичної установи. Однією з таких систем є "BrainScan". Інтеграція BrainScan з PACS може значно покращити процес діагностики та аналізу медичних зображень.

Проте важливо мати на увазі, що при інтеграції системи BrainScan з PACS та будь-якого іншого програмного забезпечення, виникає питання щодо системних вимог для апаратного забезпечення. Системні вимоги для BrainScan, як і для будь-якого програмного продукту, повинні бути враховані при виборі конфігурації сервера для PACS. Нижче буде наведені системні вимоги для розгортання програмних продуктів.

Таблиця 3.2

#### Технічні вимоги Orthanc

Характеристика	Вимоги
Операційна система	Linux (рекомендовано), Windows, macOS
Процесор	2-ядерний (рекомендовано 4-ядерний та більше)

					KPM.KI.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

Продовження таблиці 3.2

Оперативна пам'ять (RAM)	Мінімум 1 ГБ (рекомендовано 4 ГБ та більше)
Вільне місце на жорсткому диску	Залежить від обсягу зображень та даних, зазвичай 10 ГБ і більше
Мережевий доступ	Мережева карта з підтримкою TCP/IP

Таблиця 3.3

Технічні вимоги Brainscan

Характеристика	Вимоги
Операційна система	Linux Ubuntu 20.04 та вище
Процесор	2-ядерний (рекомендовано 4-ядерний та більше)
Оперативна пам'ять (RAM)	4 ГБ ОЗУ
Вільне місце на жорсткому диску	60 ГБ (мінімальне значення - фактичний розмір залежить від кількості досліджень, що завантажуються)
Мережевий доступ	Одна мережева карта з доступом в Інтернет

Зазначені вимоги є загальними та можуть варіюватися в залежності від конкретних потреб та масштабу впровадження Orthanc. Більш обсяжні системи можуть вимагати більше ресурсів.

### 3.2.2 Вибір об'єму сховища даних

Розрахунок обсягу сховища для PACS сервера є важливим кроком для забезпечення ефективної роботи системи та зберігання медичних зображень. Щоб визначити необхідний обсяг сховища, слід враховувати декілька важливих факторів: Розмір зображень, кількість досліджень, тривалість зберігання, резервне копіювання, зростання обсягу даних, запас обсягу диска.

Для визначення об'єму сховища експериментальним методом було зібрано дані про кількість знімків та їх розмір які роблять в рентген-

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		37

діагностичному відділенні на одному КТ апараті. Під час аналізу до уваги брались лише робочі дні, в яких присутні екстрені та планові відвідування.

### Кількість досліджень

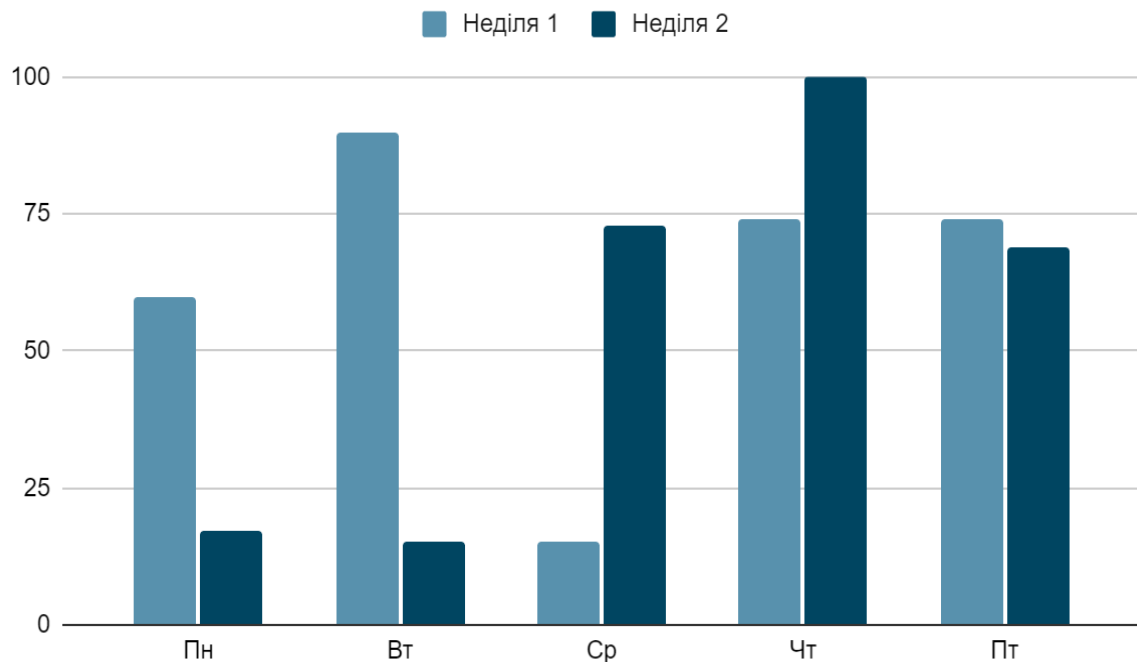


Рис. 3.1 - Кількість досліджень за два тижні

З графіку видно, що кількість КТ що створено за два тижні є не рівномірною. Тому для визначення об'єму сховища буде використане середнє значення яке дорівнює 61. На прикладі десяти досліджень було встановлено що середній розмір одного дослідження дорівнює 298 МБ.

Отже, для визначення необхідного об'єму сховище можна використати наступну формулу:

$$P_{\text{заг}} = (\text{Що} * M) / 1024 * K \quad (3.1)$$

де:

1024 – конверсія мегабайт у гігабайти

K – кількість місяців які потрібно зберігати резервні копії, K = 2

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		38

$M$  – кількість днів які потрібно зберігати дані,  $M = 62$

Що – щоденний об'єм даних, який розраховується по формулі:

$$\text{Що} = \text{Дср} * \text{Рср} \quad (3.2)$$

де:

Дср – середня кількість досліджень на день, Дср = 61

Рср – середній розмір дослідження, Рср = 298 МБ

Щоденний об'єм даних:

$$\text{Що} = 61 * 298 = 18178 \text{ МБ}$$

Необхідний розмір сховища:

$$\text{Рзаг} = (18178 * 62) / 1024 * 2 = 2201.24 \text{ Гб або } 2.2012 \text{ ТБ}$$

У результаті розрахунків було визначено, що для надійного зберігання медичних досліджень, що надходять до PACS сервера, буде потрібно загальний обсяг сховища, що дорівнює 2.2 терабайтам (ТБ). Цей обсяг враховує як основні дані досліджень, і додатковий простір для резервного копіювання протягом 2 місяців.

Таким чином, дана конфігурація сховища забезпечуватиме надійне та довгострокове збереження медичних даних, забезпечуючи їх доступність та безпеку відповідно до вимог практики та законодавства у цій галузі.

### 3.3.3 Вибір конфігурації серверу

У розділ 3.2.1 було описано докладні технічні вимоги до обладнання для впровадження PACS та інтеграції системи "BrainScan". На основі цих вимог

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		39

можна визначити оптимальну конфігурацію сервера для успішного розгортання та роботи обох систем.

Зокрема, для Orthanc, який є основою PACS, рекомендується використовувати операційну систему Linux, процесор не менше 2-ядерного (рекомендовано 4-ядерний та більше), не менше 1 ГБ оперативної пам'яті (рекомендовано 4 ГБ та більше), а також вільне місце на жорсткому диску залежно від обсягу зображень та даних, але зазвичай 10 ГБ і більше. Для мережевого доступу потрібна мережева карта з підтримкою TCP/IP.

У випадку інтеграції системи "BrainScan", розглядаючи таблицю 3.3, слід обрати сервер з операційною системою Linux Ubuntu 20.04 та вище, 2-ядерний процесор (рекомендовано 4-ядерний та більше), не менше 4 ГБ оперативної пам'яті та 60 ГБ вільного місця на жорсткому диску. Для мережевого доступу необхідна одна мережева карта з доступом в Інтернет.

В результаті розрахунків розміру сховища отримали, що для надійного зберігання медичних досліджень, що надходять до PACS сервера, потрібно загальний обсяг сховища 2.2 терабайтів.

На основі цих даних буде створено дві віртуальні машини з характеристиками які наведені в таблиці 3.4. Це забезпечить ефективну, надійну роботу PACS, інтеграцію з "BrainScan" та необхідний обсяг сховища для зберігання медичних даних.

Таблиця 3.4

#### Конфігурація серверу

Характеристика	Brainscan	Orthanc
Операційна система	Ubuntu 20.04.6 LTS	Ubuntu 20.04.6 LTS
Процесор	2 ядра	4 ядра
Оперативна пам'ять (RAM)	4 ГБ	6 ГБ

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		40

Вільне місце на жорсткому диску	60 ГБ	2 ТБ
Мережевий доступ	+	+

### 3.3 Вибір методу розгортання ПЗ

У галузі розробки програмного забезпечення під терміном "розгортання" розуміється процес надання програмного додатку для використання. Цей процес включає ряд етапів, починаючи від компіляції вихідного коду і упаковки програми до його конфігурації і поширення серед кінцевих користувачів або систем. Головна мета розгортання полягає у забезпеченні безперебійної та ефективної роботи всіх компонентів програмної програми, надаючи доступ користувачеві.

Методи розгортання можуть відрізнятися залежно від технологічного стека, інфраструктури та бізнес-вимог. Неважливо, який метод обрано, важливо дотримуватися передових практик розгортання для забезпечення плавного переходу від розробки до виробництва.

Одним із найпоширеніших способів розгортання є використання хмарних платформ, що передбачає розміщення додатків на віддалених серверах з доступом через Інтернет. Цей метод вигідний завдяки своїй економічності, масштабованості та гнучкості.

Інший популярний метод – контейнеризація. Вона полягає в упаковці програмних додатків зі своїми залежностями та конфігураціями в портативні контейнери. Такий підхід забезпечує узгоджену та ефективну роботу додатків у різних середовищах.

Враховуючи те, що лікарня використовує власний виділений сервер, метод розгортання з використання хмарних платформ в цьому проекті

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		41

використовуватись не буде. Тому, для розгортання програмного забезпечення буде використано метод контейнеризації.

Існує кілька популярних інструментів для контейнеризації, кожен з яких має свої особливості та переваги. Розглянемо декілька з них: Docker, Kubernetes та Podman.

**Docker** - можливо, найвідоміший інструмент контейнеризації. Він надає стандартизований підхід до упаковки, доставки та виконання додатків у контейнерах. Docker полегшує створення, розповсюдження та запуск контейнерів.

Переваги:

- Легкість використання: Docker надає простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для керування контейнерами.
- Велика екосистема: Docker має велику спільноту та безліч готових образів контейнерів, що спрощує процес розгортання додатків.
- Перенесення: Контейнери Docker можуть бути запуснені на різних платформах без змін.

Недоліки:

- Обмежені можливості оркестрації: Docker надає базові засоби управління контейнерами, але для оркестрації необхідні додаткові інструменти.

**Kubernetes (K8s)** - це система керування контейнерами з відкритим вихідним кодом, розроблена для автоматизації розгортання, масштабування та керування програмами в контейнерах. Він надає оркестрацію для контейнерів. Коли йдеться про контейнеризацію, оркестрація застосовується для управління контейнерами та всіма пов'язаними з ними процесами. Оркестратори контейнерів, такі як Kubernetes, забезпечують автоматизацію

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		42

процесів, таких як розгортання, масштабування, керування станом контейнерів, балансування навантаження та забезпечення відмовостійкості.

Переваги:

- Масштабованість: Kubernetes забезпечує ефективне керування великими кластерами контейнерів, забезпечуючи масштабованість та відмовостійкість.
- Оркестрація: Kubernetes надає потужні засоби для автоматизації розгортання, масштабування та керування контейнерами.
- Сумісність: Kubernetes не прив'язаний до конкретної технології контейнеризації та може керувати контейнерами різних типів.

Недоліки:

- Комплексність: Впровадження та налаштування Kubernetes може бути складним та вимагати певних знань.

**Podman** - це інструмент для керування контейнерами, який не потребує демону і може запускати контейнери без необхідності використання root-прав. Він надає подібний до Docker досвід роботи, але без додаткового фонових процесу.

Переваги:

- Бездемонний режим: На відміну від Docker, Podman може працювати в бездемонному режимі, що забезпечує більшу гнучкість та безпеку.
- Управління подами: Podman дозволяє управляти групами контейнерів у подах, що спрощує оркестрацію.

Недоліки:

- Недолік великої екосистеми: В даний час екосистема Podman не така розвинена, як у Docker, що може ускладнити пошук готових образів і рішень.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		43

Kubernetes може бути потужним інструментом для оркестрації та масштабування, його складність впровадження може виявитися важливим недоліком для менших проєктів чи тих, хто шукає більш простий інструмент.

Podman, хоча і має свої переваги, поки що не має такої широкої екосистеми та підтримки, як Docker. Це може ускладнити пошук готових рішень та взаємодію з іншими розробниками.

Kubernetes і Podman мають свої переваги, але, Docker безумовно є найвідомішим та широко використовуваним інструментом контейнеризації. Його простота використання, велика екосистема готових образів та переносимість контейнерів роблять його ідеальним вибором для багатьох проєктів. Docker надає зручний інтерфейс для управління контейнерами, дозволяє швидко розгортати додатки та легко взаємодіяти з іншими розробниками через Docker Hub.

**Docker Hub** – це хмарний сервіс, що надає централізоване сховище для образів Docker. Тут розробники можуть публікувати свої образи та ділитися ними із спільнотою. Також Docker Hub інтегрований із Docker CLI, що спрощує роботу з образами. Він дає змогу легко завантажувати образи з Docker Hub та використовувати їх у своїх проєктах.

Для автоматизації управління компонентами проєктованої системи знадобиться Docker Compose.

**Docker Compose** – є потужним інструментом для управління багатоконтейнерними додатками в середовищі Docker. Використання Docker Compose спрощує процес розгортання та управління додатками, дозволяючи визначити всю конфігурацію в одному файлі. Docker Compose також дозволяє швидко масштабувати додаток, додавати нові сервіси та управляти їх взаємодією, роблячи його важливим інструментом для команд, які працюють з контейнерами.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		44

Основні концепції Docker Compose:

- **YAML-конфігурація:** Docker Compose використовує YAML-файл для визначення всієї конфігурації додатка.
- **Сервіси:** У Docker Compose контейнери вашого додатка називаються сервісами. Ви описуєте кожен сервіс та його конфігурацію в YAML-файлі, і Docker Compose бере на себе створення та управління цими сервісами.
- **Мережі:** Docker Compose дозволяє створювати власні мережі для взаємодії сервісів. Це важливо для ізоляції та безпеки додатка.
- **Команди для управління:** Docker Compose надає набір команд для управління сервісами, такі як запуск, зупинка, масштабування та інші.

Отже, для більшості проектів із акцентом на простоту використання та швидкість розгортання, Docker залишається оптимальним вибором, а завдяки сервісам Docker Hub та Docker Compose, розгортання проекту стає більш автоматизованим та масштабованим.

### **3.4 Модернізація локальної мережі приміщення КТ**

В рамках модернізації локальної мережі для оптимізації процесів впровадження PACS сервера та інтеграції системи BrainScan буде розроблена оновлена конфігурація мережевої інфраструктури. Насамперед для модернізації мережі потрібно врахувати особливості інтегрованого програмного забезпечення.

#### **3.4.1 Архітектурні особливості Brainscan**

Центральною частиною аналізу КТ-зображень голови є обчислювальний сервіс Brainscan CT, що виконує аналіз із використанням алгоритмів машинного навчання. Зв'язок з обчислювальним механізмом можливий через протокол DICOM чи інтерфейс API. Зв'язок може здійснюватись через

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		45

додатковий проміжний сервер (проксі), встановлений в інфраструктурі медичного закладу, який анонімізує дані, передає їх у обчислювальний механізм для обробки та надсилає результати аналізу назад в інфраструктуру лікарні. Результати аналізу відправляються назад на вихідний сервер PACS або інші внутрішні системи медичного установи (MIS, RIS чи інші). Систему Brainscan можливо інтегрувати декількома методами:

**Зв'язок через проксі.** Зв'язок на основі проксі-сервера є стандартним та найпростішим методом інтеграції. Для цього потрібні мінімальні зміни в інфраструктурі лікарні: встановлення екземпляра проксі-сервера Brainscan CT у приміщенні лікарні та налаштування сервера PACS для автоматичної маршрутизації зображень КТ голови на проксі-сервер. Медичні зображення передаються на проксі-сервер за протоколом DICOM, де вони анонімізуються та пересилаються на сервери обчислювального ядра Brainscan CT, розташовані у Google Cloud Platform. Результати аналізу зображень КТ голови відправляються назад у PACS і прикріплюються до початкового дослідження у вигляді інкапсульованої графіки DICOM за допомогою команди DICOM C-STORE можуть розглядатися як додаткова серія вихідного дослідження. Огляд схеми інтеграції зв'язку з урахуванням проксі показаний рисунку 3.2.

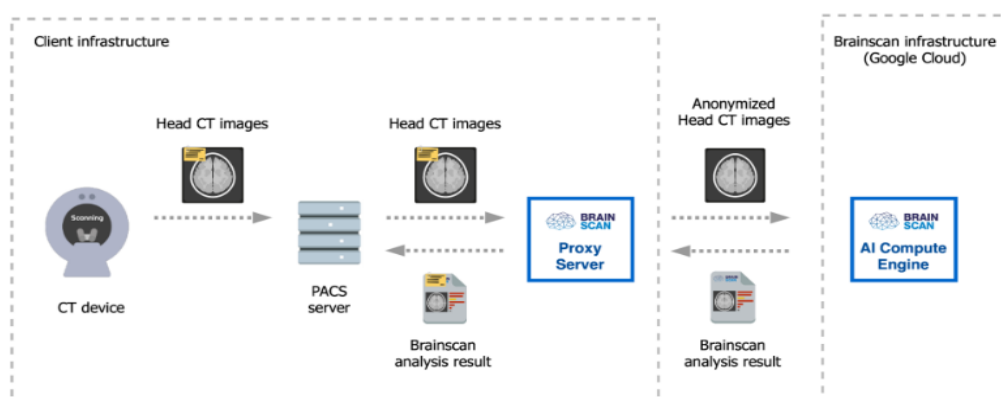


Рис. 3.2 - Схема інтеграції Brainscan на основі проксі

					KPM.KI.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		46

**Пряме спілкування через API.** Як альтернатива лікарняні IT-системи (PIS, МІСабо інші власні рішення) також можуть бути інтегровані з Brainscan СТ без необхідності використання проксі-сервера. Натомість лікарняні системи взаємодіють із обчислювальним механізмом Brainscan СТ безпосередньо, використовуючи виклики API. Цей тип інтеграції вимагає значних модифікацій лікарняних систем для підтримки викликів API, як це визначено Brainscan. Він також вимагає від лікарень анонімізувати персональні дані досліджень, які надсилаються до обчислювальної системи Brainscan СТ. Огляд схеми інтеграції прямого зв'язку API показаний рисунку 3.3.

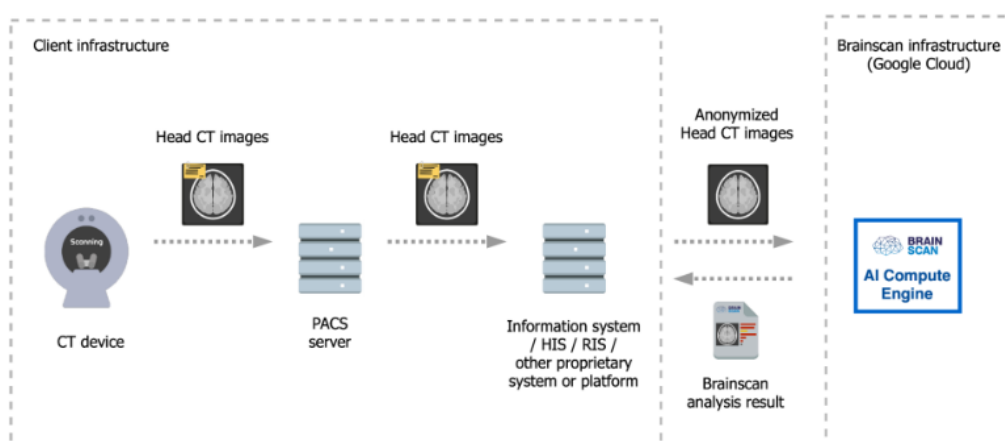


Рис. 3.3 - Схема інтеграції прямого API-зв'язку системи Brainscan

**Локальний обчислювальний механізм.** Комп'ютер Brainscan СТ також може бути встановлений безпосередньо на території лікарні. Однак для цього потрібно придбати один або кілька серверів з достатньою обчислювальною потужністю (мікропроцесор і відеокарта) залежно від рівня доступності послуги. У цьому сценарії інтеграції жодні дослідження зображень не надсилаються за межі мережі клієнтів.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		47

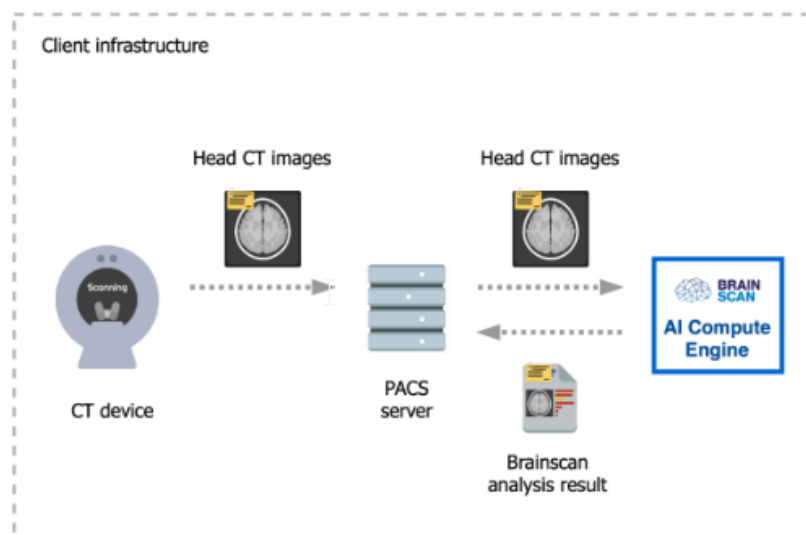


Рис. 3.4 - Схема інтеграції локального обчислювального механізму Brainscan

Аналізуючи варіанти інтеграції системи Brainscan CT в інфраструктуру лікарні, можна зробити висновок, що оптимальним вибором є метод "Зв'язок через проксі." Цей вибір обумовлений кількома ключовими перевагами - це простота інтеграції та мінімізування фінансових витрат.

### 3.4.2 Опис оновленої структурної схеми

Під час модернізації локальної мережі лікарні, до схеми було додано два нових модулі - це віртуальні машини які працюють на виділеному сервері лікарні. Також була модернізована локальна мережа приміщення КТ.

Враховуючи те що головна станція КТ не мала доступу до локальної мережі лікарні, було переналаштовано маршрутизатор Mikrotik RB2011UiAS-2HnD, який буде виступати в ролі шлюза для головної та всіх робочих станцій. Після налаштування маршрутизатора як шлюза для всіх станцій, окрема локальна мережа між робочими станціями більше не потрібна.

В додатку А зображена структурна схема модернізованої мережі, вона побудована з використанням топології "Зірка".

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## **Висновок:**

У розділі 3 були розглянуті питання вибору PACS-сервера, конфігурації сервера та методу розгортання ПЗ. Для PACS-сервера було обрано рішення Orthanc, яке відповідає вимогам лікарні за всіма параметрами. Для конфігурації сервера було визначено, що буде використовуватися два сервера: один для Orthanc, а інший для системи BrainScan. Для розгортання ПЗ було обрано метод контейнеризації з використанням Docker і Docker Compose.

У рамках модернізації локальної мережі приміщення КТ буде розроблена оновлена конфігурація мережевої інфраструктури, яка враховує особливості інтегрованого програмного забезпечення. Насамперед буде встановлено проксі-сервер Brainscan CT, який забезпечить зв'язок між сервером PACS та обчислювальним механізмом Brainscan CT.

Загалом, запропоновані рішення забезпечать ефективну та надійну роботу PACS-сервера та інтеграції системи BrainScan, а також відповідатимуть вимогам лікарні.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		49

## РОЗДІЛ 4

### ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ

#### 4.1 Конфігурація системи

##### 4.1.1 Створення віртуальних машин

Перед створенням та налаштуванням віртуальних машин, необхідно виділити місце для зберігання DICOM зображень в розмірі 2 ТБ, у системі зберігання даних IBM FlashSystem.

Так як в якості серверної операційної системи використовується Windows Server 2022 Database з модулем Hyper-V, саме завдяки ньому будуть створюватись віртуальні машини, на яких буде працювати PACS сервера та система Brainscan. Він надає можливість керувати різноманітними завданнями, такими як створення, вилучення та налаштування віртуальних машин і віртуальних жорстких дисків, а також здійснювати управління зупинкою та запуском віртуальних машин, налаштування контрольних точок, налаштування реплікацій та управління процесами міграції.

Враховуючи обрану конфігурацію віртуальних машин (таблиця 3.4) було створено віртуальну машину для PACS серверу та системи Brainscan.

Виртуальные машины						
Имя	Состояние	Загрузка ЦП	Назначенная пам...	Время работы	Статус	Версия кон
vm-ub-FTP	Работает	0%	1024 МБ	195.20:56:24		9.0
vm-ub-telebot	Работает	0%	1024 МБ	120.02:10:42		9.0
vm-ub-zabbix	Работает	0%	4096 МБ	237.13:22:45		9.0
V-OKL-Asterisk	Работает	0%	2048 МБ	267.21:57:38		9.0
V-okna-AD	Работает	0%	2048 МБ	352.21:55:59		9.0
V-okna-MIS	Работает	1%	4096 МБ	352.21:55:55		9.0
TS-OOCL	Работает	0%	4096 МБ	56.02:38:49		9.0
V-oocl-AD	Выключена					9.0
V-oocl-MIS	Выключена					9.0
Brain	Работает	0%	4096 МБ	1.12:17:36		9.0
VM-PACS	Работает	0%	6144 МБ	1.12:08:15		9.0

Рис 4.1 - Створені віртуальні машини

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		50

Після створення віртуальних машини необхідно встановити операційні системи. В обох випадках це Ubuntu 20.04.6 LTS. Постачальник системи Brainscan надає готовий образ з вже налаштованою системою, тому для його налаштування необхідно змонтувати готовий образ та дочекатись завершення встановлення.

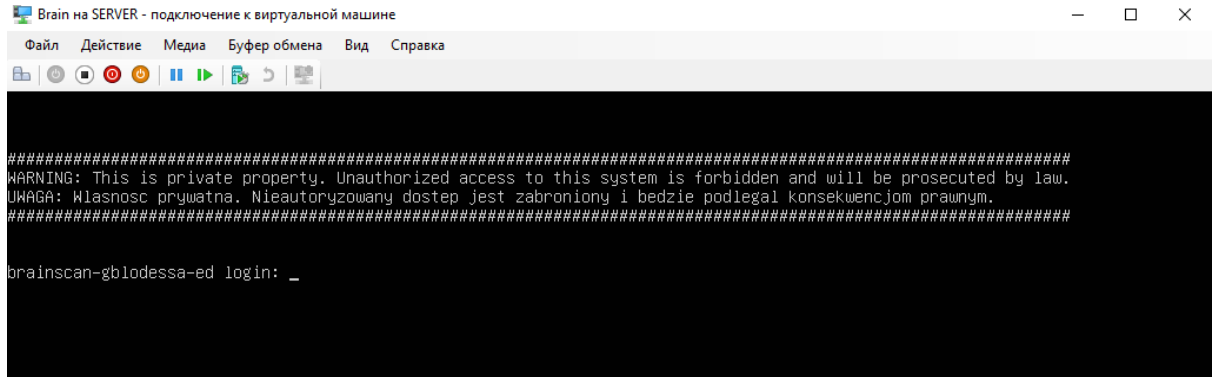


Рис 4.2 - Діалогове вікно після налаштування ОС для Brainscan

Для PACS серверу буде використана оригінальний образ Ubuntu 20.04.6 LTS з офіційного сайту виробника.

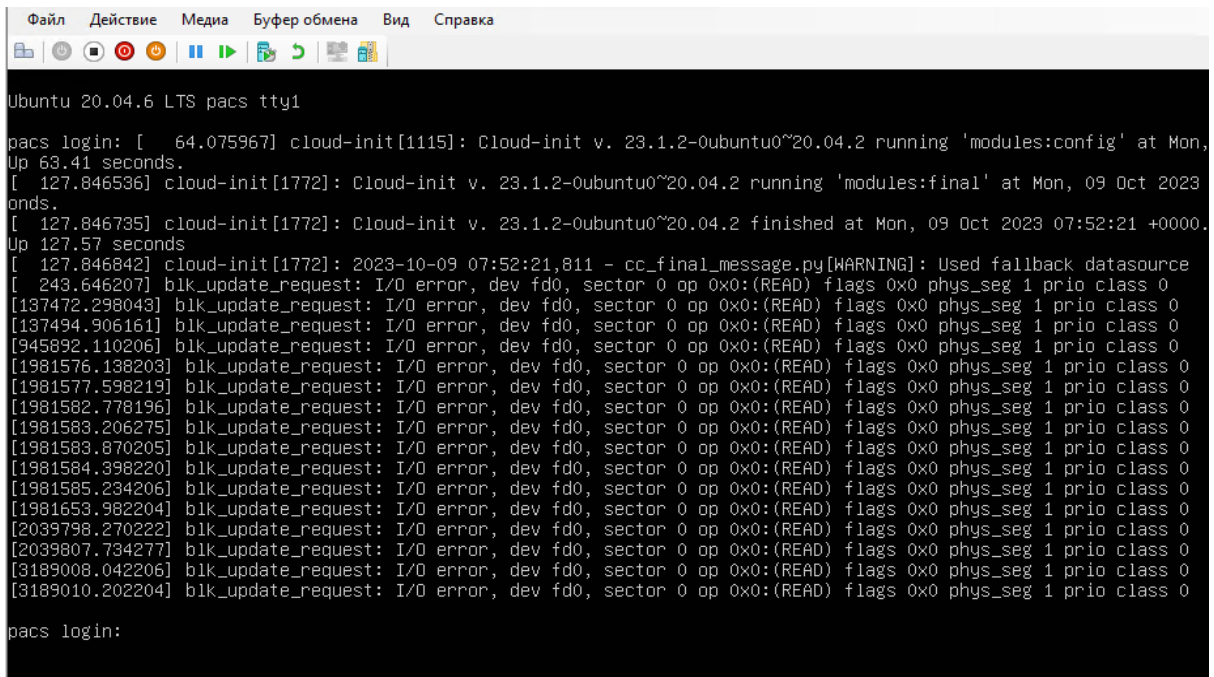


Рис 4.3 - Діалогове вікно після налаштування ОС для PACS серверу

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		51

Після встановлення Ubuntu, зазвичай рекомендується виконати кілька стандартних процедур для забезпечення правильної роботи системи та забезпечення безпеки. Ось деякі з них:

- Оновлення системи: використовуючи команду `sudo apt update, sudo apt upgrade`
- Налаштування репозиторіїв: `sudo add-apt-repository universe`
- Налаштування фаєрвола: `sudo ufw enable`

#### 4.1.2 Налаштування MikroTik

Враховуючи те, що локальна мережа приміщення КТ потребувала фізичної модернізації, потрібно переналаштувати маршрутизатор. Головна станція SVCT має IP адрес 192.168.1.1 - що є адресою за замовчення в більшості маршрутизаторів. Але, змінювати IP адрес на головній станції забороняє виробник, тому було прийнято рішення, для маршрутизатора MikroTik RB2011UiAS-2HnD встановити IP адрес 192.168.1.10.

В розділі “Quick Set”, в підрозділі “Local Network” було змінено “IP Address” на 192.168.1.10.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		52

Port	Eth1 ▾
Address Acquisition	<input type="radio"/> Static <input checked="" type="radio"/> Automatic <input type="radio"/> PPPoE
IP Address	10.10
Netmask	255.255.252.0 (/22)
Gateway	10.10.1.201
MAC Address	08:55: [ ]
Firewall Router	<input checked="" type="checkbox"/>
IP Address	192.168.1.10
Netmask	255.255.255.0 (/24) ▾
DHCP Server	<input checked="" type="checkbox"/>
DHCP Server Range	▲ 192.168.1.100-192.168.1.151
NAT	<input checked="" type="checkbox"/>

Рис 4.4 - Вікно налаштування MikroTik

Після чого було зроблено деякі налаштування безпеки, а саме: оновлення прошивки, зміна паролю за замовчуванням для входу в систему, вимкнення непотрібних служб (winbox, telnet), використання захищеного каналу для зовнішнього доступу (ssh), включення фаєрволу, створення резервних копій конфігурації, використання надійних паролів для безпеки Wi-Fi.

#### 4.1.3 Налаштування КТ апарату та робочих станцій

Під час налаштування КТ апарату, треба розглянути основне питання - це додавання нових модальностей. Модальність - єдиний апарат, що створює медичне зображення певного типу. Типи позначаються аббревіатурою, наприклад: CR Рентгенографія, CR Комп'ютерна томографія, MG Мамографія та інше.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		53

Додавання нових модальностей до КТ-апарата Insitum 64s - це процес, який вимагає відповідності до кількох кроків та налаштувань. Однак, перед виконанням будь-яких дій, важливо мати інструкції та рекомендації виробника, оскільки процедури можуть відрізнятись залежно від конкретної моделі та версії обладнання. На просторах інтернету не було знайдено жодної інструкції з налаштування, тому було прийнято рішення звернутись до офіційного постачальника.

Після чого стало відомо, що апарат Insitum 64s зв'язан з локальних сховищем використовуючи протокол TCP/IP. Також за замовчування до апаратну підключено одну робочу станцію SVPacs. Для додавання нових модальностей потрібно використовувати графічний інтерфейс апарату за наступними параметрами:

- Local AE: Локальний ідентифікатор або назва вашої системи (наприклад, медичного обладнання, такого як КТ-апарата), яке відправляє або приймає дані на PACS сервер.
- Server AE: це позначення сервера, до якого потрібно підключитися.
- Server IP: це унікальна числова адреса, яка ідентифікує PACS сервер у мережі.
- Server Port: номер порту сервера PACS, де він очікує підключення.

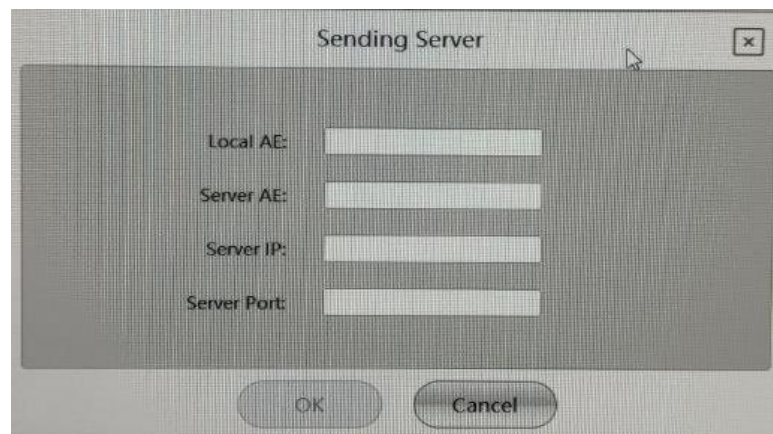


Рис 4.5 - Вікно налаштування модальності

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		54

Отже, для підключення двох робочих станцій та PACS серверу необхідно вказати наступні параметри вказані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Параметри конфігурації хостів

Параметри / Хост	Робоча станція 1	Робоча станція 2	PACS server
<b>Local AE</b>	SVCT	SVCT	SVCT
<b>Server AE</b>	RAD	RAD2	ORTHANC
<b>Server IP</b>	192.168.1.7	192.168.1.22	10.10.3.125
<b>Server Port</b>	11112	11112	4242

Після налаштування всіх хостів, перевіряємо з'єднання, якщо все вірно налаштовано, то система відображатиме повідомлення про успішне з'єднання.

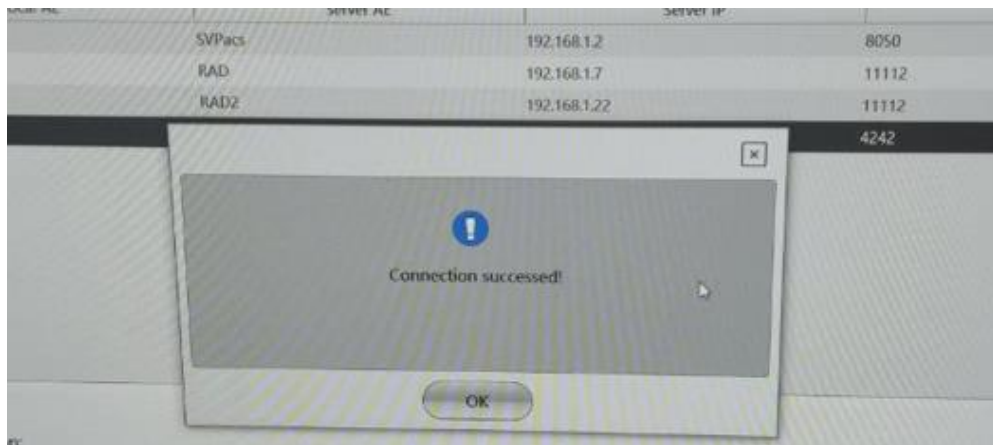


Рис 4.6 - Повідомлення про успішне з'єднання

Для того щоб лікарі мали змогу аналізувати отримані результати КТ, на їх робочих станціях потрібно встановити програмне забезпечення для візуалізації DICOM зображень. Серед представленого ПО на ринку, було обрано програмне забезпечення RadiAnt. Він легкий у використанні та зрозумілий більшості лікарів, та має мінімальний набір інструментів для перегляду DICOM-зображень.

Для відображення отриманих результатів роботи КТ апарату, необхідно зв'язати RadiAnt з PACS сервером. Необхідні налаштування виконуються в графічному інтерфейсі RadiAnt в розділі “PACS configuration”.

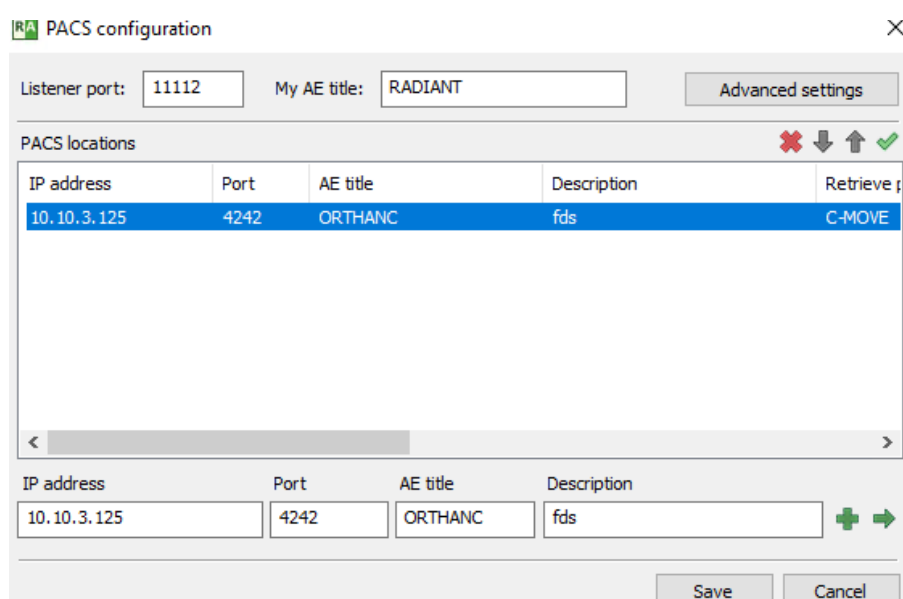


Рис 4.7 - Конфігурація RadiAnt

Після налаштування двох робочих станцій, лікарі зможуть переглядати та аналізувати отримані результати діагностики пацієнта.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		56



Рис 4.8 - Вікно перегляду DICOM зображення

#### 4.1.4 Конфігурація PACS системи

Orthanc - потужний та гнучкий PACS-сервер, для зручності конфігурації та налаштування Orthanc використовує файл конфігурації, написаний мовою YAML (YAML Ain't Markup Language).

YAML (YAML Ain't Markup Language) надає людино-читаний формат для представлення даних. У випадку Orthanc файл конфігурації YAML використовується для визначення різних параметрів PACS-сервера, таких як порт прослуховування, налаштування безпеки та шляхи до сховища зображень. Конфігурація YAML робить процес налаштування більш зрозумілим і доступним, а також забезпечує простоту зміни параметрів без необхідності внесення змін до вихідного коду. Orthanc з мовою YAML надає медичним установам гнучкість та зручність в керуванні своїм PACS-сервером, поєднуючи ефективність та простоту у використанні.

За замовчування конфігураційний файл Orthanc має велику структуру, тому розглянемо лише основні критерії конфігурації.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		57

Параметри які не будуть змінюватись:

```
"DicomAet" : "ORTHANC"  
"HttpPort" : 8042  
"DicomPort" : 4242  
"Plugins" : [  
  "/usr/share/orthanc/plugins", "/usr/local/share/orthanc/plugins"  
]
```

Параметри які потрібно змінити:

```
// The list of the known DICOM modalities  
"DicomModalities": {  
  "SVCT": {  
    "Name": "SVCT",  
    "AET": "SVCT",  
    "Host": "10.10.*.19*",  
    "Port": 10*  
  },  
  "BRAINSCAN_PROXY": {  
    "Name": "BRAINSCAN_PROXY",  
    "AET": "BRAINSCAN_PROXY",  
    "Host": "10.10.2.1*0",  
    "Port": 10*50  
  }  
},  
// Basic Authentication, the passwords are stored as plain text.  
"RegisteredUsers" : {  
  "user" : "pass",  
  "user2" : "pass2"  
},  
"RemoteAccessAllowed" : true,
```

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		58

Кожна з цих строк відповідає на окремий параметр конфігурації, розглянемо деякі з них:

DicomAet - ідентифікує унікальний DICOM-сервіс або пристрій мережі.

HttpPort - порт за яким користувач буде потрапляти до веб інтерфейсу PACS сервера.

DicomPort - порт за яким Orthanc слухатиме вхідні DICOM-запити.

Plugins - місце розташування плагінів

DicomModalities - опис модальностей з якими буде працювати PACS сервер.

RegisteredUsers - опис користувачів системи.

RemoteAccessAllowed - дозволяє віддалений доступ до системи.

Після написання конфігурації, її необхідно зберегти в файл з назвою orthanc.json. Загальний конфігураційний файл Orthanc наведений у додатку Б.

#### 4.1.5 Розгортання системи у docker

Розгортання сервера PACS на базі Orthanc у середовищі Docker надає зручний та легко масштабований спосіб керування медичними зображеннями. В першу чергу потрібно встановити docker та docker-compose, використовуючи наступні команди:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install apt-transport-https ca-certificates curl gnupg lsb-release
curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg | sudo gpg --dearmor -o /usr/share/keyrings/docker-
archive-keyring.gpg

echo "deb [arch=amd64 signed-by=/usr/share/keyrings/docker-archive-keyring.gpg]
https://download.docker.com/linux/ubuntu $(lsb_release -cs) stable" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.list >
/dev/null
sudo apt-get update
sudo apt-get install docker-ce docker-ce-cli containerd.io
```

Для того щоб використовувати команди docker без sudo привілеїв, потрібно виконати наступну команду:

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		59

```
sudo usermod -aG docker $USER
```

Наступним кроком буде встановлення docker-compose, використовуючи команди:

```
sudo curl -L
```

```
"https://github.com/docker/compose/releases/download/1.29.2/docker-  
compose-$(uname -s)-$(uname -m)" -o /usr/local/bin/docker-compose
```

```
sudo chmod +x /usr/local/bin/docker-compose
```

Для розгортання системи з використання docker-compose потрібно написати конфігураційний файл на мові YAML, та зберегти його в форматі “docker-compose.yml”. Нижче наведено текст конфігураційного файлу.

```
version: '3.8'  
  
services:  
  
  orthanc:  
  
    image: jodogne/orthanc-python  
  
    ports:  
  
      - 4242:4242  
  
      - 8042:8042  
  
    volumes:  
  
      - ./orthanc-config:/etc/orthanc/  
  
      - ./orthanc-snapshots:/var/lib/orthanc/db-v6/  
  
    environment:  
  
      - PGHOST=postgres  
  
      - PGPORT=5432  
  
      - PGDATABASE=orthanc  
  
      - PGUSER=user  
  
      - PGPASSWORD=pass  
  
    depends_on:  
  
      - postgres  
  
networks:
```

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		60

```

- orthanc-network
restart: unless-stopped

postgres:
image: postgres:13

volumes:
- ./postgres-data:/var/lib/postgresql/data

environment:
- POSTGRES_DB=orthanc
- POSTGRES_USER=user
- POSTGRES_PASSWORD=pass

networks:
- orthanc-network

restart: unless-stopped

networks:
orthanc-network:
driver: bridge

```

Цей файл є конфігурацією Docker Compose для розгортання двох сервісів: Orthanc і PostgreSQL. Давайте розберемо основні елементи цього файлу:

### **Сервіс Orthanc:**

- **image:** Вказує на використання образу jodogne/orthanc-python.
- **ports:** Переадресує порти контейнера Orthanc на порти хоста (4242 для DICOM, 8042 для веб-інтерфейсу).
- **volumes:** Монтує локальні директорії в контейнер для збереження конфігурації та даних Orthanc.
- **environment:** Встановлює змінні оточення, необхідні взаємодії з PostgreSQL.
- **depends\_on:** Гарантує, що контейнер PostgreSQL буде запущений перед контейнером Orthanc.

					KPM.KI.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		61

- networks: Підключає до контейнера мережу orthanc-network.
- restart: unless-stopped: Задає правило перезапуску контейнера, яке говорить "перезапустити, якщо контейнер не було зупинено вручну".

### Сервіс PostgreSQL:

- image: Вказує використання образу PostgreSQL версії 13.
- volumes: Монтує локальну директорію для зберігання даних PostgreSQL.
- environment: Встановлює змінні оточення, що визначають базу даних, користувача та пароль PostgreSQL.
- networks: Підключає до контейнера мережу orthanc-network.
- restart: unless-stopped: Задає правило перезапуску контейнера.

Після написання та збереження конфігураційного docker-compose файлу, потрібно запуснути сервіси, використовуючи команду:

```
docker-compose up -d
```

Для перевірки працездатності контейнерів використовуємо команду `docker ps`, якщо всі контейнери запустились без помилок ми побачимо результат зображений на рисунку 4.9. Про правильну роботу сервісів свідчить статус контейнерів "Up".

```

tgor@pacs:~/pacs$ docker ps
CONTAINER ID   IMAGE                                COMMAND                  CREATED        STATUS        PORTS
732d801edcd   jodogne/orthanc-python             "Orthanc /etc/orthanc..." 2 months ago  Up 26 hours  0.0.0.0:4242->4242/tcp, :::4242->4242/tcp, 0.0.0.0:8042->8042/tcp, :::8042->8042/tcp
pacs-orthanc-1
8a3ec337db52   postgres:13                         "docker-entrypoint.s..." 2 months ago  Up 26 hours  5432/tcp
pacs-postgres-1

```

Рис 4.9 - Результат виконання команди `docker ps`

Після успішного налаштування контейнерів та запуску PACS серверу, користувач може потрапити до веб інтерфейсу системи, використовуючи дані для входу які вказані в конфігураційному файлі PACS серверу.

					KPM.KI.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		62

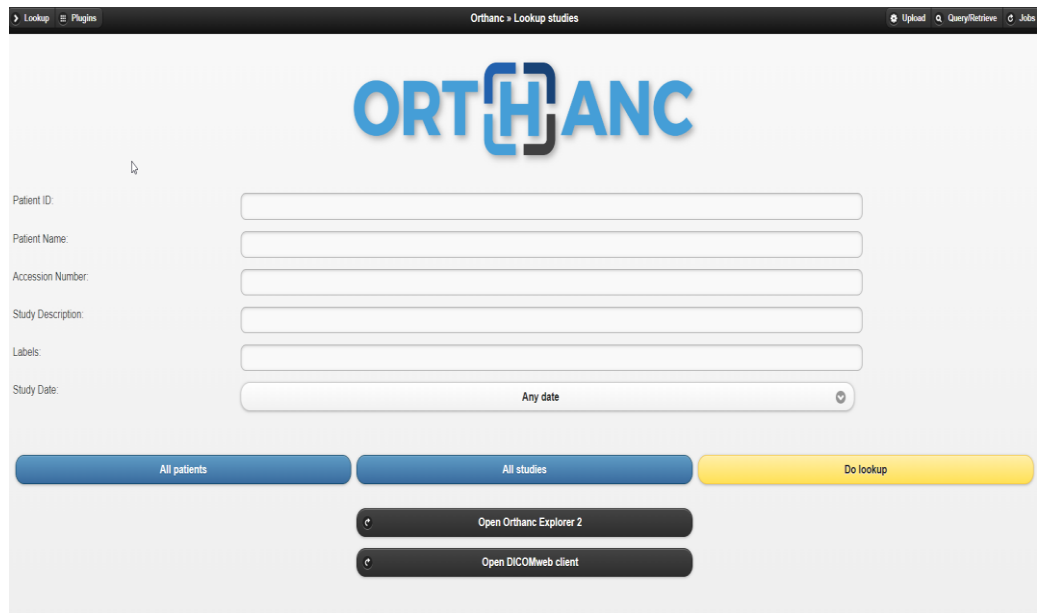


Рис 4.10 - Веб інтерфейси PACS серверу Orthanc

## 4.2 Практичне застосування PACS та “BrainScan”

Orthanc, як PACS-сервер, надає надійну та гнучку інфраструктуру для зберігання та передачі медичних зображень. У поєднанні з технологією штучного інтелекту, як BrainScan, цей інструментарій стає ключовим елементом в сучасній медичній практиці. Враховуючи те що BrainScan інтегрований за схемою “Зв'язок через проксі” роботу рентгенодіагностичного підрозділу, під час діагностування пацієнта можна представити схемою яка зображена на рисунку 4.11.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		63

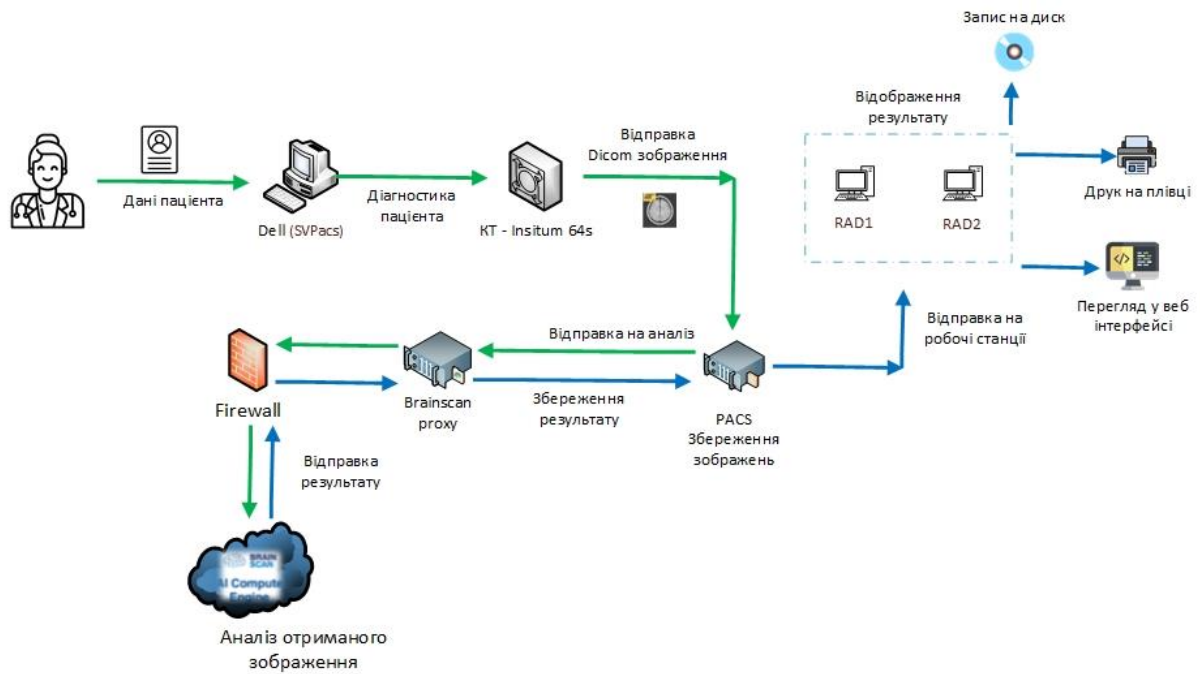


Рис 4.11 - Схема роботи Orthanc та BrainScan

Лікар діагностичного відділення, створює запит на діагностику пацієнта використовуючи робочу станцію Dell (SVPacs), станція відправляє запит до комп'ютерного томографа “Insitum 64s”, апарат зробивши діагностику відправляє готове DICOM зображення до PACS серверу, де це зображення зберігається та в автоматичному режимі відправляється до “BrainScan проху” де вони анонімізуються. BrainScan обробляє запит, та пересилає на сервери обчислювального ядра, розташованого у Google Cloud Platform. Результати аналізу зображень КТ голови відправляються назад у PACS і прикріплюються до початкового дослідження у вигляді DICOM зображення (рисунок 4.12).

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		64

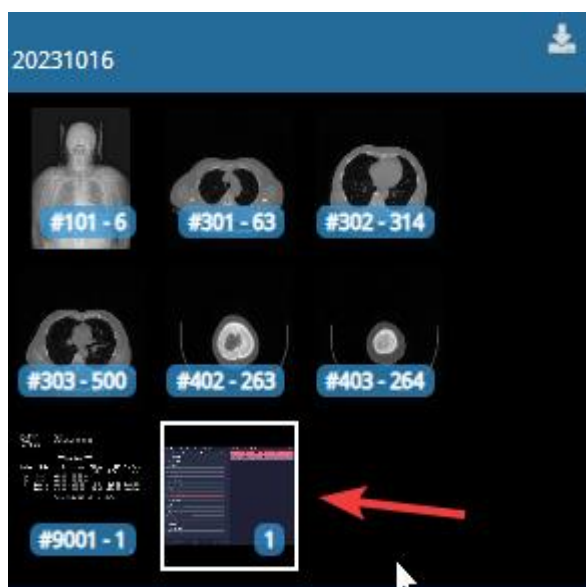


Рис 4.12 - Прикріплений результат аналізу BrainScan

Після чого лікар має можливість переглянути на робочих станціях, оригінальне DICOM зображення, роздрукувати його на принтері, записати на диск, та переглянути результат аналізу системи BrainScan використовую веб інтерфейс пакс серверу (рисунок 4.13).



Рис 4.13 - Робота лікаря з системою BrainScan

З моменту відправки КТ апаратом DICOM зображення на PACS сервер, до отримання результату аналізу від системи BrainScan проходить менше 5 хвилин. Завдяки швидкості та простоті роботи системи, лікарі можуть швидше

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		65

приймати рішення стосовно діагнозу пацієнта, що в свою чергу дає змогу швидко приймати рішення стосовно подальшого лікування пацієнта.

Завдяки більш швидкому прийняттю рішення, вдалось позитивно вплинути на процес лікування багатьох пацієнтів, так на прикладі одного з пацієнтів (рисунок 4.14) в якого було виявлено з 90% “lesions of vascular origin” (ураження судів головного мозку), лікар-рентгенолог звернув на це увагу та в найкоротший час передав інформацію до лікуючого лікаря, що дозволило врятувати життя пацієнта.

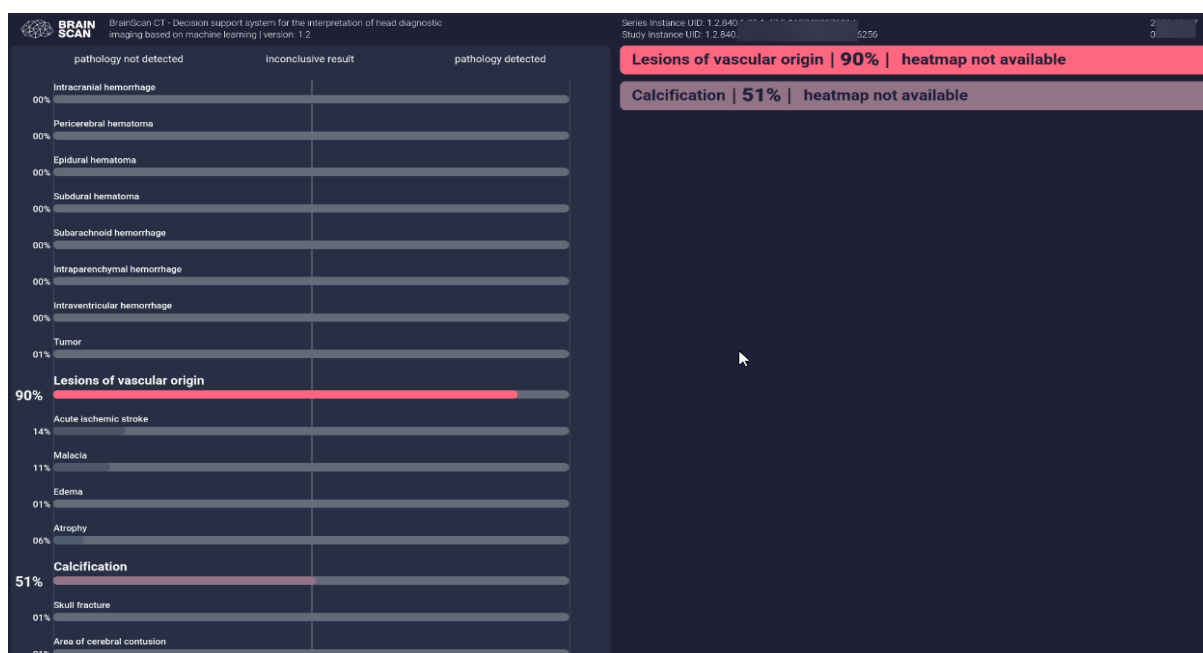


Рис 4.14 - Відображення патологій у системі BrainScan

Система дозволяє не тільки аналізувати DICOM зображення, а і зберігати їх та переглядати. Що дозволяє зменшити витрати на друг цих зображення, та пришвидшити передачу зображень від одного лікаря до іншого.

Для цих задач лікар може використовувати веб інтерфейс PACS серверу. На даний час він працює лише в межах закладу, але за неповністю можливо налаштувати доступ з будь-якого місця. Використавши IP адрес PACS сервер та данні для входу, користувач потрапляє до системи де може переглянути потрібні йому зображення.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		66

Інтерфейс дозволяє фільтрувати дані так як необхідно лікарю, вибрати потрібний тип зображення, та за необхідністю в ручному режимі завантажувати зображення та відправляти їх на аналіз до Brainscan.

Дата народження пацієнта	Ім'я пацієнта	ID пацієнта	Опис дослідження	Дата дослідження	Модальності у дослідженні
19620222	PO O.O.	3		925	СТ
19460701	AN KO V.YA.	3		926	СТ
19840628	BR M.	3		926	СТ
19881014	DZ	23		925	СТ
19860101	PO O.M.	3		926	СТ
19491030	BU N.A.	3		925	СТ
19650304	RO	3		926	СТ
19760926	ST OV A.V.	3		926	СТ
19880802	BA A.	3		926	СТ
19800921	IG S.V.	3		921	СТ

Рис 4.15 - Архів зображень на PACS сервері

### Висновок:

Впровадження системи дозволяє значно прискорити процес аналізу КТ-зображень головного мозку, скоротивши час від відправки зображення на сервер PACS до отримання результату аналізу до 5 хвилин. Така оперативність впливає швидкість прийняття рішень і, як наслідок, на швидкість початку лікування пацієнтів.

Інтеграція також забезпечила прозору взаємодію систем через стандартні протоколи DICOM та API. Кабінет рентгенолога тепер дозволяє не лише переглядати оригінальні DICOM зображення, а й ділитися ними з лікарями в межах лікарні.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		67

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

#### 5.1. Організаційно-економічне і маркетингове обґрунтування проекту

##### 5.1.1. Порівняльний техніко-економічний аналіз

Впровадження та ефективне використання інформаційних систем і сучасних технологій у медичній сфері стає реальною конкурентною перевагою для лікарні, адже забезпечує інтеграцію і зв'язок медичного закладу із зовнішнім середовищем, сприяє оперативному збору та раціональному механізму обробки і систематизації економічної інформації, скорочує час прийняття діагностичних та операційних рішень, підвищує рівень продуктивності праці.

Інтеграція сучасної системи PACS, такої як Orthanc з використанням штучного інтелекту, наприклад, BrainScan, до рентгенологічного відділення лікарні приносить суттєві економічні вигоди. Ця інноваційна система не лише скорочує час діагностики та обробки медичних зображень, а й оптимізує внутрішні процеси надання медичної допомоги. Завдяки швидкій обробці та аналізу медичних зображень із застосуванням штучного інтелекту, лікарі можуть швидше та точніше виявляти патології та встановлювати діагнози. Це скорочує час очікування результатів та прискорює початок лікування для пацієнтів.

Всі ці фактори спільно сприяють підвищенню ефективності роботи медичної організації, поліпшенню якості послуг, що надаються, і, зрештою, зниженню загальних витрат.

##### 5.1.2. Організаційне обґрунтування проекту

Класифікаційна оцінка проекту:

- клас: монопроект (проект орієнтований на певне середовище застосування й порівняно невеликий);
- тип: комерційний;

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		68

- вид: комбінований;
- тривалість: коротко-терміновий (проект створюється за порівняно малі строки);
- за ступенем складності: простий (проект не є організаційно та технічно складним);
- рівень: галузевий.

Метою даної роботи є модернізація інформаційно-технічної системи (ІТС) на підприємстві «КНП "Одеська Обласна Клінічна Лікарня" ООР». Отже для цього потрібно дослідити та вивчити етапи інтеграції нових систем в існуючу ІТС медичного закладу.

Предметом дослідження є методи та технології модернізації та існуючої ІТС.

Об'єктом дослідження є інформаційно-технічна складова медичного закладу, її проблеми та методи модернізації інтеграції сучасних технологій.

Результати - модернізована інформаційно-технічна система, для централізованого обміну та зберігання медичних даних, в межах одного закладу.

Методи дослідження - представляють собою систематичні стратегії та підходи, що використовуються для збору, аналізу та інтерпретації даних з метою отримання нових знань, розуміння явищ або вирішення конкретних проблем. Вони є основою наукового пізнання та досліджень у різних галузях. Дослідники обирають методи, що найкраще відповідають їхнім цілям, об'єкту дослідження та характеру інформації, яку вони мають намір отримати. Тому важливим є правильний вибір методів дослідження інформаційних систем, аналіз можливостей їх використання в інформаційних продуктах загалом і веб-сайтах зокрема, а також визначення основних труднощів, що виникають у цьому процесі, для передбачення майбутніх станів комп'ютерних систем. Для дослідження був обраний метод "Пілотні проекти". Цей метод передбачає

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		69

запуск обмеженого впровадження нових технологій або стратегій для оцінки їхньої ефективності та потенційного впливу на весь бізнес-процес.

У контексті впровадження PACS серверу та Brainscan пілотний проект може бути реалізований в одному підрозділі або серед обмеженої групи співробітників. Цей етап дозволяє провести тестування нового програмного забезпечення та збирати дані про його ефективність та прийняття подальших рішень щодо масштабування. Також розглянемо інші методи дослідження які наведені в таблиці 5.1

таблиця 5.1

### Порівняння існуючих методів

Назва методу	Переваги методу	Недоліки методу
Аналіз бізнес-потреб	- Визначення стратегічних цілей і завдань підприємства.	- Залежність від точності постановки бізнес-вимог.
SWOT-аналіз	- Оцінка внутрішніх і зовнішніх факторів.	- Схильність до суб'єктивності.
Аналіз вимог	- Чітка формулювання вимог користувачів і бізнес-підрозділів.	- Зміна вимог під час реалізації може впливати на терміни.
Проектне планування	- Детальне планування ресурсів, термінів та витрат.	- Зміна обставин може призвести до перегляду плану.
Технічний аудит	- Оцінка технічної інфраструктури та сумісності.	- Вимагає додаткових зусиль для оновлення інфраструктури.
Пілотні проекти	- Можливість тестування нових систем на обмеженому обсязі.	- Ризик недооцінки масштабу проблем у великому масштабі.
Залучення зацікавлених сторін	- Підтримка та участь представників різних відділень.	- Вимагає витрат на комунікацію та координацію.
Моніторинг та оцінка	- Постійний контроль за процесом і вчасна виявлення проблем.	- Вимагає постійної уваги та ресурсів для моніторингу.

У сучасній сфері інформаційних технологій в медичній сфері існує ряд програмних продуктів для зберігання та аналізу медичних зображень, які

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		70

надають різноманітні можливості та функціонал, які вже функціонують на ринку та можуть становити конкуренцію продукту. Тому хочу оглянути існуючі аналоги які снують. Так як система штучного інтелекту Brainscan отримана лікарнею в якості гуманітарної допомоги, його аналоги розглядатись не будуть. Тому в таблиці 5.2 розглянуто порівняння декількох безкоштовних PACS систем.

таблиця 5.2

### Порівняння PACS серверів

Назва	Переваги	Недоліки
<b>dcm4chee</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Відкрите програмне забезпечення з ліцензією LGPL</li> <li>- Підтримка стандартів DICOM і HL7</li> <li>- Зручний інтерфейс користувача</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Складніша настройка порівняно з іншими аналогами</li> <li>- Менша популярність порівняно з іншими системами</li> </ul>
<b>Orthanc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Масштабованість та гнучкість у використанні</li> <li>- Висока швидкість роботи</li> <li>- Активна спільнота користувачів та розробників</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Обмежені можливості для обробки великих обсягів даних</li> </ul>
<b>Sante DICOM Server</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Легка у використанні та налаштуванні</li> <li>- Підтримка баз даних SQLite та PostgreSQL</li> <li>- Зручний веб-інтерфейс</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Обмежена функціональність порівняно з іншими системами</li> <li>- Можливість обмеженої масштабованості</li> </ul>

При виборі PACS серверу слід враховувати особливості та потреби медичного закладу. Кожен з аналогів має свої переваги та обмеження, які визначаються конкретними вимогами та умовами користування.

Orthanc виділяється як потужний та гнучкий PACS-сервер, в основі якого лежить активна спільнота розробників та користувачів. В порівнянні з іншими аналогами, має високу швидкість роботи та масштабованість, що робить його ефективним рішенням для різних медичних закладів. Відкрите

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		71

програмне забезпечення та зручний інтерфейс користувача роблять його доступним для різних користувачів, але важливо враховувати його обмеженість масштабованості для обробки великих обсягів даних.

### 5.1.3. Побудова структури проекту

За структуру розроблювального проекту прийнята структура, орієнтована на результат, тобто готовий продукт. Така структура заснована на побудові мережного графіка. Мережний графік – це графічне зображення мережевої моделі комплексу взаємопов'язаних робіт, спрямованих на досягнення певної заздалегідь наміченої мети.

Життєвий цикл проекту

Фаза концепції проекту:

- збір даних і аналіз існуючого положення;
- встановлення потреби в результатах;
- затвердження концепцій

Фаза розробки:

- встановлення необхідних ділових контактів та вивчення цілей, мотивів та вимог;
- розвиток концепцій, планування предметної області та інших елементів проекту;
- розробка зведеного плану

Фаза реалізації:

- організація виконання робіт;
- детальне моделювання;
- інформаційний контроль за виконанням робіт;
- керівництво і координація робіт, регулювання основних показників проекту;
- підтвердження закінчення робіт.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		72

Фаза завершення:

- експлуатаційні випробування остаточного продукту проекту;
- підготовка звітів;
- оцінка результатів проекту та підбиття підсумків;
- підготовка підсумкових документів та закриття проекту.

Таблиця 5.3

Склад робіт по життєвому циклу проекту

№ код роботи	Назва роботи	T (дні)
1	Визначитись з тематикою кваліфікаційної роботи	3
1-2	Збір даних і аналіз існуючих положення	2
2-3	Встановлення потреби в результатах	4
2-4	Затвердження концепцій	2
3-5	Вибір засобів і методів модернізації ІТС.	5
4-5	Розвиток концепцій, планування предметної області та інших елементів проекту	4
5-6	Розробка та затвердження зведеного плану	1
5-7	Організація виконання робіт	1
6-8	Інформаційний контроль за виконанням робіт	3
7-9	Встановлення обладнання	10
7-8	Налагодження ПЗ	12
8-9	Підтвердження закінчення робіт	3
9-10	Тестування і відладка проекту	6
10-12	Фіктивна робота	0
11-12	Підготовка проекту до експлуатації	2
12-13	Оцінка результатів проекту та підбиття підсумків	3
13-14	Підготовка підсумкових документів та закриття проекту	5

За складом перерахованих робіт складений мережний графік:

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		73

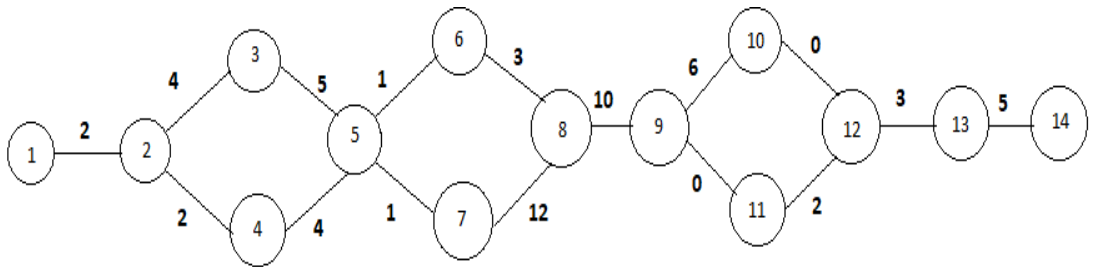


Рис. 5.1 - Мережний графік виконання робіт

Розрахунок параметрів мережевого графіку:

- ранній строк здійснення роботи,  $T_i$ ;
- тривалість роботи,  $T_{ij}$ ;
- ранній строк здійснення події,  $T_i$ ;
- раннє закінчення робіт,  $T_{po}$
- пізній строк здійснення події,  $T_j$ ;
- пізнє закінчення робіт,  $T_{по}$
- повний резерв часу роботи,  $R_j$ ;
- вільний резерв часу роботи,  $R_c$

Тривалість критичного шляху 53 днів, не перевищує часу на проектування, тому оптимізувати мережеву модель немає необхідності.

Склад учасників проекту

В умовах даного проекту склад учасників буде наступним:

- ініціатор (автор ідеї проекту);
- замовник-інвестор (майбутній власник);
- керівник проекту;
- команда проекту – системний адміністратор;

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		74

## Розрахунок параметрів мережного графіка

Кількість робіт вхідних у подію і	Роботи		Ранній строк. здійсн. події і T <sub>і00</sub>	Тривалість роботи T <sub>іj</sub>	Ранній строк закін. події j T <sub>j0</sub>	Пізній строк здійсн. події і T <sub>іп</sub>	Тривалість роботи T <sub>іj</sub>	Пізній строк закін. події і T <sub>jп</sub>	Повний резерв R <sub>j</sub>
	i	j							
0	0	1	0	2	2	0	2	2	0
1	1	2	2	4	6	3	4	7	1
1	1	3	2	5	7	2	5	7	0
2	3	4	7	2	9	7	2	9	0
1	4	5	9	1	10	9	1	10	0
1	5	6	10	3	13	10	3	13	0
1	6	7	10	0	10	11	0	11	1
1	5	7	10	1	11	10	1	11	0
2	7	8	11	0	11	11	0	11	0
2	5	8	10	1	11	10	1	11	0
1	8	9	11	1	12	11	1	12	0
1	9	10	12	3	15	12	3	15	0
1	10	11	15	2	17	15	2	17	0
1	11	12	17	20	37	17	20	37	0
1	2	14	37	6	43	37	6	43	0
1	12	13	37	0	37	37	0	37	0
1	13	14	37	3	40	40	3	40	3
2	14	15	43	2	45	43	2	45	0

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		75

Доцільність модернізації інформаційно-технічної системи визначається її роллю та значенням для медичних працівників та адміністрації закладу: а саме економічною ефективністю і високою якістю.

Область застосування розробки – централізоване зберігання, аналіз та передача медичної інформації.

Потенційні споживачі – медичні заклади.

Очікувані конкурентні переваги – зручність використання, зменшення витрати медичного персоналу на отримання інформації про пацієнта, зменшення часу прийняття рішень.

Регіон і ринок збуту – замовник та подібні організаційні структури на території України.

Основні конкуренти – подібні інформаційні-технічні системи.

## **5.2 Економічні розрахунки проекту**

Інформаційні технології значно підвищують ефективність застосування комп'ютерів. Вони визначають не тільки способи використання офісного устаткування, але і стиль роботи співробітників. Інформаційні технології дозволяють створювати інформаційні системи, що забезпечують вирішення таких завдань підприємства, як зберігання інформації, документообіг, обмін повідомленнями та прискорюють час прийняття рішень. Цей факт спричиняє за собою наступні джерела економічної ефективності:

- Зменшення витрат на обробку одиниці інформації;
- Централізоване та безпечне зберігання даних;
- Здатність автоматично збирати, запам'ятовувати і накопичувати дані;
- Систематичне ведення баз даних;
- Істотне зменшення часу пошуку необхідних даних;
- Ефективне адміністративне управління медичним закладом;
- Можливість моделювання деяких змінних і аналізу результатів.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		76

Для ухвалення рішення про доцільність створення проекту необхідна попередня оцінка орієнтовних трудових, матеріальних і фінансових витрат на її розробку. Для цього знаходиться кошторисна вартість розробки локальної мережі.

Для підрахунку кошторисної вартості проекту потрібно знати наступні складові:

- витрати на технічне і програмне забезпечення проекту;
- розрахунок витрат на матеріальні ресурси;
- амортизаційні відрахування;
- розрахунок фонду заробітної плати.

### 5.2.1 Визначення вартості модернізації ІТС

Для визначення ціни необхідно розрахувати основну заробітну плату розроблювачів, матеріальні витрати, вартість машино-часу та інші витрати на розробку.

Для проектів, де розробляється (вдосконалюється) комп'ютерна мережа (КМ) ,пристрій, лабораторний стенд то що, коефіцієнт обліку витрат на виготовлення дорівнює 1 ( $K=1$ ), тобто формула має вигляд

$$Ц = C + P_p \quad (5.1)$$

де:

$C$  – кошторисна собівартість;

$P_p$  – нормативний прибуток, що розраховує по формулі.

$$P_p = (C - C_m) * P_n / 100 \quad (5.2)$$

де:

$P_n$  – норматив рентабельності, %  $P_n = 25\%$ ;

$C_m$  – матеріальні витрати, грн.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		77

## Витрати на матеріали

Найменування матеріалів	Кошторисна собівартість грн/од	Кількість	Сума, грн.
RadiAnt DICOM Viewer	1556	2	3 112
BrainScan	1	1	1
Флешка	150	1	150
Разом			3 263

Основна заробітна плата виконавця з урахуванням окладу і часу розрахунок ведеться по формулі:

$$C_{з0} = \sum Z_i * K_0 * \tau_i / D_p \quad (5.3)$$

де:

$Z_i$  – середньомісячний оклад

$D_p$  – середня кількість робочих днів ( $D_p = 22$ )

$\tau_i$  - трудомісткість робіт ( $\tau_i=36$ )

$K_0$  – коефіцієнт обліку окладу керівників і консультантів проекту ( $K_0 = 0,1$ )

Основна заробітна плата:

$$C_{з0} = ((10000*0,1)/22) * 53 + 6500/22 \times 53 = 2 409 + 15 659 = 18 068 \text{ (грн)}$$

Додаткова заробітна плата, розрахунок ведеться по формулі

$$C_{зд} = C_{з0} * K_d \quad (5.4)$$

де:

$K_d$  – коефіцієнт відрахувань на заробітну плату ( $K_d = 0,1$ )

$$C_{зд} = 18 068 * 0,1 = 1 806,8 \text{ (грн)}$$

Відрахування на соціальне страхування

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		78

$$C_{cc} = K_{cc} * (C_{зо} + C_{зд}) \quad (5.5)$$

де:

$K_{cc}$  – коефіцієнт відрахувань на соціальне страхування ( $K_{cc} = 22\%$ )

$$C_{cc} = (0,22 * (18\ 068 + 1\ 806,8)) = 4\ 372,45 \text{ (грн)}$$

Накладні витрати.

Накладні витрати визначають у відсотковому співвідношенні до основної заробітної плати, тобто:

$$C_{н} = K_{н} * C_{зо} \quad (5.6)$$

де:

$K_{н}$  – коефіцієнт накладних витрат ( $K_{н} = 0,5$ )

$$C_{н} = 18\ 068 * 0,5 = 9\ 034 \text{ (грн)}$$

Розрахуємо нормативний прибуток:

$$P_p = (36\ 544,25 - 3\ 263) * 0,25 = 8\ 320,3 \text{ грн.}$$

Ціна модернізації інформаційно-технічної системи складе:

$$Ц = 36\ 544,25 + 8\ 320,3 = 44\ 864,5 \text{ грн}$$

Визначення капітальних витрат

Так як, в ціну ІТС було враховано всі необхідні витрати, розрахунок капітальних витрат, пов'язаних з впровадженням ІТС, буде дорівнюватися ціні інформаційної системи:

$$K = Ц = 44\ 864,5 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.6

Результати розрахунку кошторисної вартості

Найменування матеріалів	Кошторисна собівартість, грн.	Питома вага %
Матеріали	3 263	7,5
Основна заробітна платня	18 068	40

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		79

Додаткова заробітна платня	1 806,8	4
Відрахування на соціальне страхування	4 372,45	10
Накладні витрати	9 034	20,2
Усього (повна собівартість)	36 544,25	
Нормативний прибуток	8320,3	
Капітальні витрати	44 864,5	

На основі отриманих економічних даних можливо побудувати поетапний процес реалізації інтеграції програмних продуктів в вигляді бізнес плану..

Бізнес-план по інтеграції Brainscan та PACS-сервера Orthanc в Одеську обласну лікарню

#### 1. Вступ:

Бізнес-план спрямований на інтеграцію інноваційних технологій Brainscan та PACS-сервера Orthanc в медичний процес Одеської обласної лікарні для покращення діагностики та лікування пацієнтів.

#### 2. Мета проекту:

Покращення якості медичного обслуговування та оптимізація процесів діагностики через впровадження інтелектуальних технологій у роботу рентгенологічного відділення.

#### 3. Аналіз конкурентів:

Одеська обласна лікарня зараз використовує застарілі технології, що веде до затримок у діагностиці та недостатньої точності аналізів.

#### 4. Визначення конкурентоспроможності:

Інтеграція Brainscan та PACS-сервера Orthanc забезпечить швидше та точніше діагностування, що позитивно вплине на конкурентоспроможність лікарні.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		80

5. Технічні аспекти проекту:

Brainscan та PACS-сервер Orthanc обрані як найбільш ефективні та інтегруємі технології для рентгенологічного відділення.

6. Впровадження та інтеграція:

Планується етапне впровадження, починаючи з тестування та інтеграції в невеликому масштабі, а потім розширення на всю лікарню.

7.Пілотний проект:

Запуск Brainscan та PACS-сервера Orthanc у рентгенологічному відділенні для визначення ефективності та виявлення можливих проблем.

8. Фінансові аспекти:

Визначення вартості закупівлі, впровадження та підтримки технологій. Оцінка збільшення ефективності роботи, скорочення часу діагностики та збільшення кількості пацієнтів.

9. Маркетингова стратегія:

Організація робочих семінарів, розповсюдження інформаційного матеріалу серед медичного співтовариства. Розміщення інформаційних статей та рекламних матеріалів у медичних журналах та онлайн-ресурсах.

10. Оцінка ризиків:

Можливі проблеми зі сумісністю, які вимагатимуть додаткового часу для вирішення. Невеликі затримки у роботі в період впровадження нових технологій.

11. Заключення:

Інтеграція Brainscan та PACS-сервера Orthanc в Одеську обласну лікарню є стратегічно важливим кроком для покращення медичного обслуговування та забезпечення доступу до сучасних технологій діагностики для пацієнтів.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		81

## **Висновки:**

Одеська обласна клінічна лікарня, являється соціально важливим об'єктом, в цій лікарні знаходиться сучасне медичне обладнання, яке дозволяє якісно та швидко надавати медичну допомогу населенню. Ця лікарня обробляє та накопичую велику кількість даних, які потрібно швидко і безпечно передавати та зберігати. Одним з ключових підрозділів лікарні є "Рентгендіагностичне", саме в цьому підрозділі потрібно приймати швидкі та ефективні рішення щодо подальшого лікування пацієнтів, при цьому не завдавши їм шкоди.

Отже, модернізація ІТС та впровадження нових технологій в діяльність рентгенодіагностичного підрозділу лікарі, дозволяє підвищити якість надання медичних послуг для населення Одеської області. Відповідно до цього, модернізована ІТС вважається економічно ефективною та соціально важливою.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		82

## РОЗДІЛ 6

### ОХОРОНА ПРАЦІ

Даний проект присвячено модернізації інформаційно-технічної системи для медичного закладу, що включає в себе модернізацію локальної мережі, та кабінета рентгенологів. Для цього розділу кваліфікаційної роботи розглядається кабінет рентгенологів з наступними характеристиками:

- ширина 5м;
- довжина 5м;
- висота 4м;
- площа 25м<sup>2</sup>;
- об'єм 100м<sup>3</sup>;
- коефіцієнт відбиття стелі 40%;
- коефіцієнт стін стелі 20%.

Класифікація виробництва по ступені пожежної, підривний і вибухопожежної небезпеки.

Дане приміщення ставиться до категорії Д – це приміщення, у яких перебувають легкозаймисті, що спалюються й важкоспалювальні рідини, важкоспалювальні матеріали здатні при взаємодії з киснем повітря, водою або один з одним горіти лише за умови що приміщення в якому вони перебувають або використовуються не ставляться до категорії А, Б. По ступені вогнестійкості будинок у якому виробляється розробка кваліфікаційної роботи ставиться до III ступеня.

Забезпечення безпеки при експлуатації встаткування.

Будинки й ті частини, у яких розташовуються ЕОМ, ставиться до другого ступеня вогнестійкості. Приміщення для обслуговування, ремонту й налагодження ЕОМ ставитися по вибухо-пожежо-безпеки до категорії В, а по класі приміщення В-Па.

Заземлені конструкції, які перебувають у приміщенні (батареї опалення,

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		83

водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном і т.п.) надійно захищені діелектричним щитками від випадкового зіткнення.

Електробезпеність.

Класифікація приміщення по ступені небезпеки поразки електричним струмом.

Дане приміщення ставиться до приміщення без підвищеної небезпеки.

До них приміщенням ставляться сухі, з підлогами з неструмопровідних матеріалів, без струмопровідного пилу й без великої кількості заземлених металевих предметів (адміністративні, конторські, навчальні приміщення).

Класифікація встаткування по ПУЕ (правила установки електроустаткування).

При розробці даного кваліфікаційної роботи використовуються електроустановки по напрузі до 1000 В.

Устаткування по ПУЕ ставляться до зон класу В-ІІа – зони, розташовані в приміщеннях, у яких горючі пили або волокна можуть бути присутнім тільки в результаті аварій або несправностей.

Розрахунок що приземляє або зануляючого пристрою.

У завдання цього розрахунку входить визначення числа, розмірів і порядку розміщення одиночних уземлювачів і заземлюючих провідників.

Необхідні опори заземлюючого пристрою в електроустановках з напругою до 1000 В становить  $R_{тр} = 4 \text{ Ом}$ .

Порядок розрахунку:

1) Визначаємо розрахункове значення питомого опору ґрунту

$$\rho_p = \rho_{\phi} * \psi, \quad (6.1)$$

де  $\rho_{\phi}$  – питомий опір ґрунту ( $\text{Ом} * \text{м}$ ).

Значення  $\rho_{\phi}$  визначаємо по таблиці з урахуванням заданого ґрунту.

Ґрунт – чорнозем,  $\rho_{\phi} = 30 \text{ Ом} * \text{м}$ .

$\psi$  - кліматичний коефіцієнт, що враховує сезонні коливання вологості

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		84

грунту. Його значення становить 1,5.

$$\rho_p = 30 * 1,5 = 45 \text{ (Ом)}. \quad (6.2)$$

2) Для штучного заземлення приймаємо як електроди вертикальні сталеві труби 0,04 м.

3) Попередньо визначаємо систему вертикальних уземлювачів - по контурі.

4) Задаємося довжиною вертикального уземлювача  $l/l'$ ,

де  $l'$  – відстань між уземлювачами ( $l' = 1 \text{ м}$ );

$l$  - довжина уземлювача. ( $l = 1 \text{ м}$ );

$t = l/2 + t_0$ , де  $t_0$  – глибина, на якій розташовуються уземлювачи від поверхні землі. Приймаємо  $t_0 = 0,5 \text{ м}$  ( $t_0 \geq 0,5 \text{ м}$ ).

$$t = 1/2 + 0,5 = 1 \text{ м} \quad (6.3)$$

$t$  - відстань від середини уземлювача до землі.

5) Розраховуємо опір одного вертикального уземлювача по формулі

$$R_0 = (\rho_p / 2\pi l) * (\ln(2l/d) + \ln(4t + l/4t - 1)) \quad (6.4)$$

$$R_0 = (45 / (2 * 3,14 * 1)) * (\ln(2 * 1 / 0,04) + \ln(4 * 1 + 1/4 * 1 - 1)) = \\ = 7,17 * (3,9 + 0,255) = 29,79 \text{ (Ом)}$$

6) Визначаємо кількість вертикальних уземлювачів по формулі:

$$N = R_0 / R_{тр}, \quad (6.5)$$

де  $R_{тр} = 4 \text{ Ом}$  і округляємо до стандартного найближчого числа  $N'$ , що може приймати значення: 2, 4, 6, 10.

$$N = 29,79 / 4 = 7,45 \approx 6.$$

7) Визначаємо опір системи вертикальних уземлювачів

$$R_{CB} = R_0 / (N' * \eta_B), \quad (6.6)$$

де  $\eta_B$  - коефіцієнт використання вертикальних уземлювачів.

$$\eta_B = 0,61$$

$$R_{CB} = 29,79 / (6 * 0,61) = 8,1 \text{ (Ом)}$$

8) Визначаємо опір РП сполучної смуги (шини) при розміщенні по

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		85

контурі  $L = N * l'$ ;  $L = 6 * 1 = 6$  м.

При обчисленні необхідно перевірити умову  $L = 150$  м. Якщо розраховане значення  $L$  перевищує зазначене число, то необхідно перерахувати попередньо змінивши обрані параметри.  $L = 6 < 150$ .

$$RП = (\rho P / (2\pi L * \eta g)) * (\ln (L^2 / (d * t_0))), \quad (6.7)$$

де  $\eta g$  - коефіцієнт використання горизонтальних уземлювачів  $\eta g = 0,72$

$d$  - при розрахунку для труби використовуємо як цей параметр діаметр цієї труби.

$$RП = (45 / (2 * 3,14 * 6 * 0,72)) * (\ln (62 / (0,04 * 0,5))) = 1,66 * 7,5 = 12,45 (\text{Ом})$$

9) Визначаємо загальний опір системи RC:

$$RC = (RП * RCB) / (RП + RCB) \quad (6.8)$$

Після обчислення RC необхідно перевірити умову: якщо  $RC > 4$ , то необхідно збільшити кількість вертикальних електродів і перерахувати.

$$RC = (12,45 * 8,1) / (12,45 + 8,1) = 3,86 (\text{Ом}).$$

$RC = 3,86 < 4$ . Необхідний опір не перевищує норм.

Вимоги електробезпечності при експлуатації ВДТ ЕОМ (відео-дисплейних терміналів).

Робоче місце відповідає наступним вимогам:

- перебуває на відстані 1 м від приладів опалення. Батареї опалення захищені діелектричними щитками або сітками від випадкового дотику.
- настили робочих столів покриті струмонепровідними матеріалами й не мають металевого обшивання.
- на робочому столі передбачені розетки для підключення електроінструмента напругою 12 В и 36 В.
- всі електроінструменти, які харчуються від електромережі, обладнані незмінюваним гнучким кабелем зі штепсельною вилкою.

Пожежна профілактика. Причини пожеж в електроустановках.

У приміщенні де виробляється розробка кваліфікаційної роботи можуть

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		86

бути присутнім наступні основні причини пожеж:

- перевантаження мереж - відбуваються в результаті проходження по ньому напруги перевищуючого номінальне;
- коротке замикання, може відбутися в наслідку ушкодження ізоляції проводів, влучення на них струмопровідних предметів, вплив на мережу імпресивних середовищ (пилу, низької й високої вологості).

Міри захисту: Дотримання норм режимів експлуатації, своєчасне проведення регламентних робіт, застосування плавких запобіжників і автоматів, зачищення контактів, збільшення площі зіткнення Заборонене застосування непропальних скруток, використання гвинтових, болтових і трасових з'єднань.

Пожежна автоматична сигналізація.

У приміщенні застосовуються сповіщувач пожежі автоматичної дії для видачі дискретного сигналу при досягненні заданого значення фізичного параметра (температури, диму й т.д.).

Первинні засоби пожежогасіння.

Для припинення горіння використовуються на даному виробництві: переносні вуглекислотні вогнегасники.

Розрахунок вуглекислотної установки для гасіння пожежі в приміщенні.

Обсяг приміщення – 200м<sup>3</sup>

Вогнегасна концентрація для вуглекислоти – G<sub>0</sub>=0.7 кг/м<sup>3</sup>

Щільність -- q=0.625 кг/л.

K<sub>y</sub> – коефіцієнт враховуючої особливості процесів газообміну витоку вуглекислоти крізь нещільності й щілині в приміщенні.

1) Кількість вуглекислотного состава визначаємо по формулі:

$$G_{\Gamma} = 1.25 * G_0 * V_n * K_y \quad (6.9)$$

$$G_{\Gamma} = 1,25 * 0,7 * 200 * 1,6 = 280 \text{ кг.}$$

2) Необхідна кількість балонів розраховуємо по формулі:

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		87

$$NБ = GГ / (Vб * q * aн), \quad (6.10)$$

де  $Vб$  - обсяг балона рівний 25л., містить 15,6 кг кислоти.

$aн$  – коефіцієнт наповнення балона.

$$NБ = 280 / (25 * 0,625 * 1) = 17,84 = 18$$

Кількість балонів з вуглекислою для пожежогасіння дорівнює 18 балонів.

Кількість резервних балонів приймаємо рівним кількості робочих балонів.

Розрахунок висвітлення приміщення.

Завдання розрахунку полягають у визначенні необхідної потужності електричної освітлювальної установки для завдання заданої освітленості. Розрахунок ведуть по нових лампах з контролем часу роботи освітлювальної установки.

Необхідно розрахувати загальне висвітлення розмірами  $A * B$  і висотою  $H$  виходячи з розряду зорової роботи. Будемо використовувати люмінесцентні лампи. Мінімальна освітленість буде  $E = 300$  лк при газорозрядних лампах. Для висвітлення вибираємо світильник типу ПВЛ.

$$\text{Вихідні дані: } A * B * H = 5 * 10 * 4$$

1) Визначення кількості світильників  $N$  :

$$A = 5 \text{ м}; B = 10 \text{ м}; H = 4 \text{ м}; hп = 0,7$$

$hп$  - відстань від підлоги до робочого місця

$HP$  – висота світильників над робочою поверхнею

$$HP = H - hп \quad (6.17)$$

$$HP = 4 - 0,7 = 3,3 \text{ (м)};$$

$$N = (A * B) / LK^2, \quad (6.18)$$

де  $LK$  – відстань між центрами світильників в 2 ряди.

$$LK / HP = 1,4 \text{ Звідси } LK = HP * 1,4 = 3,3 * 1,4 = 4,62 \text{ (м)};$$

$$N = (5 * 10) / 21,3 = 2,31 = 3 \text{ (шт).}$$

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		88

2) Визначаємо геометричний індекс приміщення і :

$$i = (A * B) / (H * (A + B)) \quad (6.19)$$

$$i = 50 / (3,3 * 15) = 1,01$$

3) По таблицях визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta$ :

при визначенні використовуємо  $\rho_{\text{П}}$ ,  $\rho_{\text{С}}$  – коефіцієнти відбиття стелі й стін відповідно.  $\rho_{\text{П}} = 40\%$ ,  $\rho_{\text{С}} = 20\%$ .

$$\eta = 70\%.$$

4) Визначаємо світловий потік  $\Phi$ :

$$\Phi = (E_{\text{н}} * S * z * k) / (N * \eta) * 100 \quad (6.20)$$

$$\Phi = (300 * 50 * 1.1 * 1.4) / (3 * 70) * 100 = 11000 \text{ (Лм)}$$

$E_{\text{н}}$  – нормована мінімальна освітленість.  $E_{\text{н}} = 300 \text{ Лк}$ .

$S$  – площа приміщення ( $A * B$ ) =  $5 * 10 = 50 \text{ м}^2$

$z$  - коефіцієнт нерівномірності висвітлення.  $z = 1,1$

$k$  - коефіцієнт запасу,  $k = 1,4$ .

Тип: люмінесцентні лампи типу ЛД40.

5) Розраховуємо припустиме відхилення світлового потоку.

$$((3 * 3120 - 11000) * 100) / (4 * 3120) = 13,14 \%$$

$$P = n * N * P_1 = 4 * 3 * 40 = 480 \text{ (Вт)} \quad (6.21)$$

Загальні положення гігієнічних вимог до організації роботи із ВДТ ЕОМ.

Вимоги до виробничих приміщень для експлуатації ВДТ ЕОМ.

Приміщення із ВДТ ЕОМ має природне й штучне висвітлення у відповідність зі СНіП II-4-79. Природне світло повинен проникати через бічні світлопрорізи, орієнтовані, на північ і забезпечує коефіцієнт природної освітленості не нижче 15%. Штучне висвітлення обладнане системою загального рівномірного висвітлення.

Приміщень не розташовано в підвалах і цокольних поверхах.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		89

Гігієнічні вимоги до організації й устаткування робочих місць із ВДТ ЕОМ

У розглянутому приміщенні:

1. Робоче місце із ВДТ ЕОМ оснащено пристосуванням, що забезпечує зберігання й розміщення різних необхідних підручних засобів використовуваних для роботи.

2. На робочому місці із ВДТ ЕОМ передбачений електрощит з електроізоляційного матеріалу для безпосереднього підключення ЕОМ, а також електроприладів для можливого ремонту ЕОМ.

4. Над гніздами електрощита чітко зазначене номінальна напруга, а також зроблені написи, що відповідають включеному й відключеному положенню комутаційних пристосувань і клемі «земля».

Долікарська допомога.

Перша долікарська допомога при нещасних випадках поразки електричним струмом складається у звільненні потерпілого від дії струму й надання йому медичної допомоги. Звільнення потерпілого від дії струму може бути здійснене відключенням відповідної частини електроустановки; або якщо неможливо швидко здійснити відключення, можна перерубати проведення сокирою з дерев'яною рукояткою або відтягнути за сухий одяг потерпілого від струмоведучої частини або відкинути проведення від потерпілого дерев'яним ціпком.

Медична допомога потерпілому заздрості від його стану, але в кожному разі необхідно забезпечити приплив свіжого повітря й розстебнути одяг, що стискує подих. Залежно від стану постраждалого йому можна дати нашатирний спирт, зробити штучне дихання або масаж серця.

Охорона навколишнього середовища.

Працююча ЕОМ впливає не тільки на людей, але й навколишнє

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		90

середовище, а саме: створюються різного роду випромінювання (у тому числі й інфрачервоне-теплове); електризація молекул повітря; виникнення шумів; виділення різних хімічних елементів і речовин.

**Висновок:**

У даному розділі розглянуті питання охорони праці в кабінеті рентгенологів. За результатами проведених розрахунків встановлено, що:

- Кабінет відповідає вимогам пожежної безпеки.
- Забезпечено електробезпеку при експлуатації ВДТ ЕОМ.
- Розраховано необхідну кількість устаткування для пожежогасіння.
- Розраховано необхідну потужність освітлювальної установки.
- Забезпечено дотримання гігієнічних вимог до організації роботи із ВДТ ЕОМ.

Загалом, кабінет рентгенологів відповідає вимогам охорони праці.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		91

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Мета кваліфікаційної роботи, яка була поставлена на початковому етапі роботи над ним і полягає в модернізації інформаційно-технічної системи для медичного закладу, що в свою чергу визначає наступні завдання:

- Вибір концептуального підходу до інтеграції нових технологій;
- Модернізація локальної мережі рентгенодіагностичного приміщення;
- Обрання сучасного PACS серверу;
- Інтеграція штучного інтелекту у роботу лікарів
- Організація централізованого зберігання та передачі інформації;
- Підвищення якості та швидкості надання медичної допомоги;

Під час виконання цього проекту були реалізовані всі ці завдання, які в свою чергу дають наступні переваги для медичного закладу:

1. Покращує доступність та обмін інформацією між різними відділеннями лікарні, сприяючи координації медичного обслуговування. Спрощений доступ до повної історії зображень пацієнта підвищує якість медичної допомоги, що надається, і зменшує ймовірність дублювання досліджень.

3. Підвищення якості обслуговування та зниження впливу людського фактору. Завдяки швидкій обробці та аналізу медичних зображень із застосуванням штучного інтелекту, лікарі можуть швидше та точніше виявляти патології та встановлювати діагнози.

4. Перевага для пацієнтів. Завдяки інтегрованим програмним рішенням скорочується час очікування результатів та прискорює початок лікування для пацієнтів.

5. Цифрова система PACS дозволяє ефективно управляти та зберігати велику кількість даних без необхідності у великих паперових архівах. Що в майбутньому скоротить витрати на купівлю паперу, зберігання та

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		92

обслуговування архівів.

Всі ці фактори спільно сприяють підвищенню ефективності роботи медичної організації, поліпшенню якості послуг, що надаються, і, зрештою, зниженню загальних витрат, що робить впровадження сучасних систем PACS з використанням штучного інтелекту доцільним рішенням для сучасних медичних закладів.

Впровадження системи BrainScan в Одесі викликало великий суспільний резонанс і набуло широкого висвітлення у ЗМІ, приклади яких вказані в додатку В. Це свідчить про високу актуальність та перспективність даного проекту.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		93

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Каравела К., Інформатика. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: Підручник. // – К. Каравела, 2003 – 464 с.
2. Таменбаум, Е.О., Сучасні операційні системи: типи операційних систем // Е.О. Тамембаум – 5-в вид., – СПб.: Пітер, 2012. – 236 с.
3. Власов Б.В. Організація планування та управління виробництвом // – Б.В. Власов: Харків. Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014 – 112 с.
4. Пророчук Ж.А., Журавльова О. Роль програмного забезпечення в управлінні підприємством // Сучасні інформаційні технології. 2010. №1. С.18-20.
5. Інформаційні системи і технології: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / С. Г. Карпенко, В. В. Попов, Ю. А. Тарнавський, Г. А. Шпортюк. — К.: МАУП, 2009. — 192 с.
6. Brainscan – штучний інтелект для виявлення патологій головного мозку [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://brainscan.ai/tags/news/>.
7. Orthanc – PACS сервер [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://orthanc.uclouvain.be/book/index.html>.
8. IBM – Система зберігання даних [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ibm.com/products/flashsystem-5000>.
9. DELL – Робочі станції [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dell.com/en-us/work/shop/workstations-isv-certified/sc/workstation>

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		94



## Додаток Б Загальний конфігураційний файл Orthanc

```

{
/**
 * General configuration of Orthanc
 **/
"Name" : "Orthanc",
"StorageDirectory" : "/var/lib/orthanc/db-v6",
"IndexDirectory" : "/var/lib/orthanc/db-v6",
// Enable the transparent compression of the DICOM instances
"StorageCompression" : false,
// Maximum size of the storage in MB (a value of "0" indicates no
// limit on the storage size)
"MaximumStorageSize" : 0,
// Maximum number of patients that can be stored at a given time
// in the storage (a value of "0" indicates no limit on the number
// of patients)
"MaximumPatientCount" : 0,
// List of paths to the custom Lua scripts that are to be loaded
// into this instance of Orthanc
"LuaScripts" : [
],
// List of paths to the plugins that are to be loaded into this
"Plugins" : [
  "/usr/share/orthanc/plugins", "/usr/local/share/orthanc/plugins"
],
"ConcurrentJobs" : 2,
/**
 * Configuration of the HTTP server
 **/
"HttpServerEnabled" : true,
// HTTP port for the REST services and for the GUI
"HttpPort" : 8042,
"HttpDescribeErrors" : true,
"HttpCompressionEnabled" : true,
/**
 * Configuration of the DICOM server
 **/

"DicomServerEnabled" : true,
// The DICOM Application Entity Title
"DicomAet" : "ORTHANC",
// Check whether the called AET corresponds to the AET of Orthanc
// during an incoming DICOM SCU request
"DicomCheckCalledAet" : false,
// The DICOM port
"DicomPort" : 4242,
"DefaultEncoding" : "Latin1",
// The transfer syntaxes that are accepted by Orthanc C-Store SCP
"DeflatedTransferSyntaxAccepted" : true,
"JpegTransferSyntaxAccepted" : true,
"Jpeg2000TransferSyntaxAccepted" : true,
"JpegLosslessTransferSyntaxAccepted" : true,
"JpipTransferSyntaxAccepted" : true,
"Mpeg2TransferSyntaxAccepted" : true,
"RleTransferSyntaxAccepted" : true,
// Whether Orthanc accepts to act as C-Store SCP for unknown storage
// SOP classes (aka. "promiscuous mode")

```

					KPM.KI.1.884-03.3.8	Арк.
ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		96

```

"UnknownSopClassAccepted"      : false,
"DicomScpTimeout" : 30,
/**
* Security-related options for the HTTP server
**/
// Whether remote hosts can connect to the HTTP server
"RemoteAccessAllowed" : true,
// Whether or not SSL is enabled
"SslEnabled" : false,
// Path to the SSL certificate in the PEM format (meaningful only if
// SSL is enabled)
"SslCertificate" : "certificate.pem",
  "AuthenticationEnabled" : true,
// The list of the registered users. Because Orthanc uses HTTP

// Basic Authentication, the passwords are stored as plain text.
"RegisteredUsers" : {
  "user" : "pass",
  "user2" : "pass"
},
// The list of the known DICOM modalities

"DicomModalities": {
  "SVCT": {
    "Name": "SVCT",
    "AET": "SVCT",
    "Host": "10.10.0.19*",
    "Port": 1*4
  },
  "BRAINSCAN_PROXY": {
    "Name": "BRAINSCAN_PROXY",
    "AET": "BRAINSCAN_PROXY",
    "Host": "10.10.2.18*",
    "Port": 107*0
  }
},
// Whether to store the DICOM modalities in the Orthanc database
// instead of in this configuration file (new in Orthanc 1.5.0)
"DicomModalitiesInDatabase" : false,
"DicomAlwaysAllowEcho" : true,
"DicomAlwaysAllowStore" : true,
"DicomCheckModalityHost" : false,
"DicomScuTimeout" : 10,
"OrthancPeersInDatabase" : false,
"HttpProxy" : "",
"HttpVerbose" : false,
// Set the timeout for HTTP requests issued by Orthanc (in seconds).
"HttpTimeout" : 60,
"HttpsVerifyPeers" : true,
"HttpsCACertificates" : "",
/**
* Advanced options
**/
"UserMetadata" : {
  // "Sample" : 1024
},

```

					KPM.KI.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		97

```

"UserContentType" : {
  // "sample" : 1024
  // "sample2" : [ 1025, "application/pdf" ]
},

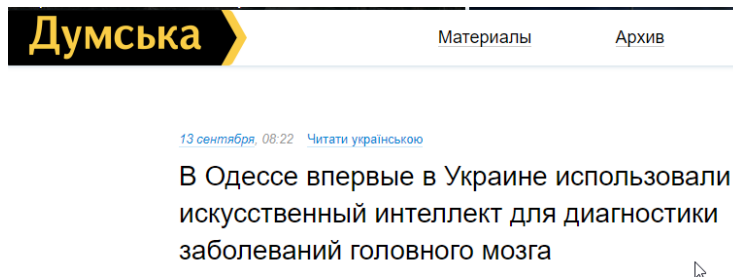
"StableAge" : 60
"StrictAetComparison" : false,
"StoreMD5ForAttachments" : true,
"LimitFindResults" : 0,
"LimitFindInstances" : 0,
"LimitJobs" : 10,
"LogExportedResources" : false,
"KeepAlive" : true,
"TcpNoDelay" : true,
// Number of threads that are used by the embedded HTTP server.
"HttpThreadsCount" : 50,
"StoreDicom" : true,
"DicomAssociationCloseDelay" : 5,
"QueryRetrieveSize" : 100,
"CaseSensitivePN" : false,
// Configure PKCS#11 to use hardware security modules (HSM) and
// smart cards when carrying on HTTPS client authentication.
/**
  "Pkcs11" : {
    "Module" : "/usr/local/lib/libbeidpkcs11.so",
    "Module" : "C:/Windows/System32/beidpkcs11.dll",
    "Pin" : "1234",
    "Verbose" : true
  }
"LoadPrivateDictionary" : true,
"Dictionary" : {
  // "0014,1020" : [ "DA", "ValidationExpiryDate", 1, 1 ]
  // "00e1,10c2" : [ "UI", "PET-CT Multi Modality Name", 1, 1, "ELSCINT1" ]
  // "7053,1003" : [ "ST", "Original Image Filename", 1, 1, "Philips PET Private Group" ]
  // "2001,5f" : [ "SQ", "StackSequence", 1, 1, "Philips Imaging DD 001" ]
},
"SynchronousCMove" : true,
"JobsHistorySize" : 10,
"SaveJobs" : true,
"OverwriteInstances" : false,
"MediaArchiveSize" : 1,
"StorageAccessOnFind" : "Always",
"MetricsEnabled" : true,
// Whether calls to URI "/tools/execute-script" is enabled. Starting
// with Orthanc 1.5.8, this URI is disabled by default for security.
"ExecuteLuaEnabled" : false,
"HttpRequestTimeout" : 30,
"ImageSorter" : "StudyID"

```

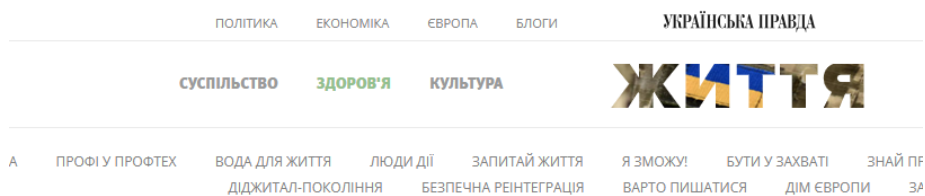
					KPM.KI.1.884-03.3.8	Арк.
ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		98

## Додаток В Публікації в місцевих та державних СМІ

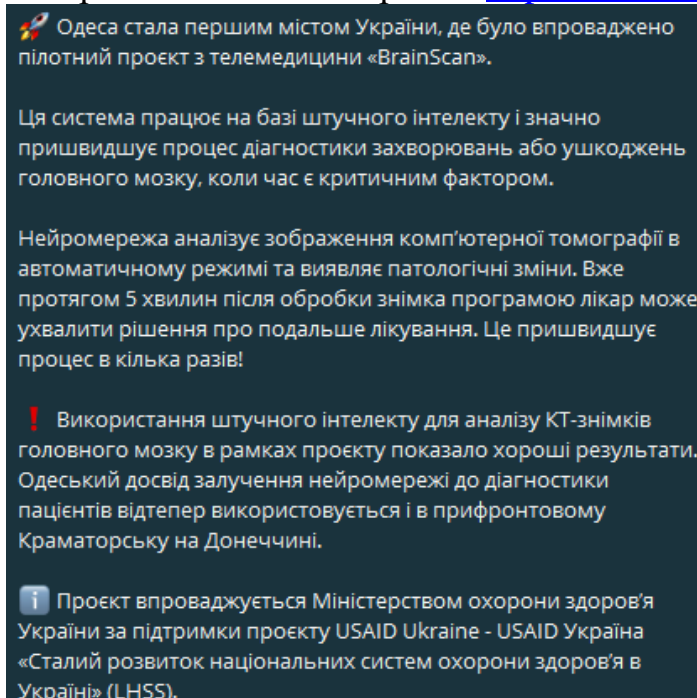
1. Думська: <https://dumskaya.net/news/moz-178723/>



2. Українська правда: <https://life.pravda.com.ua/health/2023/09/12/256493/>



3. Телеграм канал МОЗ України: <https://t.me/mozofficial/3647>



					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		99

Додаток Г Сертифікат переможця конкурсу “BLACK SEA SCIENCE 2023”



# CERTIFICATE OF THE WINNER

This is to certify that

*Titor Ihor*



was awarded the 3rd place

**IN THE FIELD OF «INFORMATION TECHNOLOGIES,  
AUTOMATION AND ROBOTICS»**

in the International Competition of Student Scientific Works

**«BLACK SEA SCIENCE 2023»**

ORGANIZED BY  
**ODESA NATIONAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
ODESA, UKRAINE**

Head of the organizing committee  
President of Odesa National  
University of Technology

Bogdan IEGOROV

BSS-2023.3.87

Rector of Odesa National  
University of Technology

Larysa IVANCHENKOVA

Deputy head of the organizing committee  
Vice-Rector of Odesa National  
University of Technology

Maryna MARDAR

					KPM.KI.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		100

**Додаток Д Наказ про підсумки проведення 1 туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2022 році**



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**НАКАЗ**

10.11.2022р

Одеса

№ 495-01

Про підсумки проведення I туру  
Всеукраїнського конкурсу  
студентських наукових робіт з галузей  
знань і спеціальностей у 2022 р.

Відповідно до рішення конкурсної комісії щодо підсумків проведення I туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2022 року

**НАКАЗУЮ:**

1. Вважати переможцями конкурсу нижчезазначених здобувачів вищої освіти:

**Перше місце:**

— студентку СВО «Бакалавр» факультету менеджменту, маркетингу і публічного адміністрування Бабій Анастасію Іванівну за роботу «Забезпечення розвитку ТОВ «Фаундейшн» на основі еко-інновацій»;

— студентку СВО «Бакалавр» факультету менеджменту, маркетингу і публічного адміністрування Бондаренко Анастасію Дмитрівну за роботу «Забезпечення розвитку ТОВ «Фаундейшн» на основі еко-інновацій»;

— студента СВО «Магістр» факультету технології зерна і зернового бізнесу Дашко Владислава Олеговича за роботу «Впровадження технології хлібобулочних виробів з використанням борошна з цільнозмеленої пшениці на ТОВ «Одеський хлібозавод № 4»;

— студентку СВО «Бакалавр» факультету нафти, газу та екології Луферову Олену Михайлівну за роботу «Дослідження ефективності очищення стічних вод від СПАР за допомогою сорбентів»;

— студента СВО «Магістр» факультету нафти, газу та екології Тишко Дмитра Павловича за роботу «Аналіз систем регазифікації СПГ»;

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

— студента СВО «Магістр» факультету автоматизації та робототехніки Пашкова Сергія Олександровича за роботу «Автоматизація керування процесом вакуумної деалкоголізації вина в потоці»;

— студентку СВО «Магістр» факультету технології зерна і зернового бізнесу Пащенко Тетяну Миколаївну за роботу «Удосконалення технології виробництва повнорационних комбикормів для декоративної та співочої птиці»;

— студентку СВО «Магістр» факультету економіки, бізнесу і контролю Сарієву Ганну Іллівну за роботу «Фінансовий облік та аудит оборотних активів підприємства: теоретичний та практичний аспект»;

— студента СВО «Магістр» факультету комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту Тітор Ігоря за роботу «Впровадження системи безперервного моніторингу стану пацієнтів з можливістю одержання медичних даних в реальному часі»

**Друге місце:**

— студента СВО «Магістр» факультету менеджменту, маркетингу та публічного адміністрування Балихіна Валентина Віталійовича і студентку СВО «Бакалавр» факультету менеджменту, маркетингу і публічного адміністрування Костову Олену Віталіївну за роботу «Брендинг ТОВ «ЕДС ЛТД»: формування та забезпечення ефективності використання»;

— студента СВО «Бакалавр» факультету технології зерна і зернового бізнесу Дятленко Івана Анатолійовича за роботу «Розробка наноструктурних форм ферментів»;

— студентку СВО «Бакалавр» факультету технології вина та туристичного бізнесу Клебанську Марію Геннадіївну за роботу «Розробка наноструктурних форм ферментів»;

— студентку СВО «Магістр» факультету технології зерна і зернового бізнесу Ковальчук Анну Олексіївну за роботу «Сучасні методи оцінки якості зерна та борошна»;

— студентку СВО «Магістр» факультету нафти, газу та екології Таранец Вероніку Ігорівну за роботу «Специфіка і ефективність методів очищення повітря від газоподібних домішок»;

— студентку СВО «Бакалавр» факультету технології вина та туристичного бізнесу Хмельницьку Маргариту Олегівну за роботу «Досвід впровадження сталого розвитку туристичними дестинаціями Індонезії та можливості його застосування в Україні»;

— студентку СВО «Бакалавр» факультету економіки, бізнесу і контролю Чебанову Тетяну Романівну за роботу «Аналіз сучасного стану основних засобів в Україні»;

— студента СВО «Магістр» факультету комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту Котлика Даниїла за роботу «Дослідження нових можливостей фотограмметрії в створенні високоякісних 3D моделей для віртуальної реальності»

**Третє місце:**

— студента СВО «Бакалавр» факультету менеджменту, маркетингу і публічного адміністрування Бенькова Дениса Олеговича і студентку СВО «Бакалавр» факультету менеджменту, маркетингу і публічного адміністрування Зайцеву Ангеліну Олегівну за роботу «Стратегія розвитку ЗАТ «Одесакондитер»»;

— студентку СВО «Бакалавр» факультету інноваційних технологій харчування і ресторанно-готельного бізнесу Бороденкову Єлизавету Олегівну і студентку СВО «Бакалавр» факультету інноваційних технологій харчування

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		102

і ресторанно-готельного бізнесу Радченко Юлію Дмитрівну за роботу «Роль і місце волонтерства у соціальному вихованні студентської молоді»;

— студентку СВО «Магістр» факультету нафти, газу та екології

Зюзько Вікторію Вадимівну за роботу «Перспективи використання анаеробних методів очищення стічних вод»;

— студентку СВО «Бакалавр» факультету технології та товарознавства харчових продуктів та продовольчого бізнесу Кравченко Катерину В'ячеславівну за роботу «Отримання та характеристика меланіновмісного харчового інгредієнту з розширеним спектром фізіологічної дії»;

— студента СВО «Бакалавр» факультету комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту Ломовцева Сергія Павловича за роботу «Моделі холодильних установок у відкритій моделюючій системі TT-RH»;

— студента СВО «Магістр» факультету технології вина і туристичного бізнесу Лосєва Ігоря Юрійовича за роботу «Особливості виробництва сидру в умовах Одеської області»;

— студента СВО «Магістр» факультету комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту Сіневича В'ячеслава за роботу «Проект створення автоматизованої системи сушіння качанів кукурудзи в камерній сушарки».

2. Нагородити **Заохочувальними дипломами** нижчезазначених здобувачів вищої освіти:

— студентку СВО «Бакалавр» факультету менеджменту, маркетингу і публічного адміністрування Блінкову Крістину Євгенівну за роботу «Удосконалення адаптації персоналу на ПП «ХАДЖИБЕЙ-2005»;

— студентку СВО «Бакалавр» факультету технології вина та туристичного бізнесу Градовську Анну Миколаївну за роботу «Культурна спадщина Туреччини, пов'язана з Великим Шовковим шляхом та способи її залучення до туристичної діяльності».

3. За керівництво студентськими науковими роботами і за високий науковий рівень представлених на конкурсі робіт, оголосити Подяку науковим керівникам:

**професорам:**

- Козак Катерині Богданівні;
- Мельнику Юрію Миколайовичу;
- Савенку Ігорю Івановичу;
- Седікової Ірині Олександрівні;
- Черно Наталії Кирилівні;

**доцентам:**

- Агесвій Ірині Миколаївні;
- Бордун Тетяні Василівні;
- Велічко Тетяні Олексіївні;
- Гураль Ларисі Сергіївні;
- Дьяченко Тетяні Вікторівні;
- Євтушевській Ользі Олександрівні;
- Кузнецовій Ірині Олександрівні;
- Ломовцеву Борису Андрійовичу;
- Мадані Марії Михайлівні;
- Сахаровій Світлані;
- Хоренжий Наталію Василівну;

- 4 -

- Мазуру Олександрю Васильовичу;
- Орловій Марії Леонідівні;
- Солоницькій Ірині Валеріївні;
- Ступницькій Тетяні Михайлівні;
- Ходакову Олексію Леонідовичу;
- Черкаському Андрію Володимировичу;
- Шевченку Роману Івановичу.

В.о. ректора



Марина МАРДАР

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		103

## Додаток Е Презентація Power Point



Одеський національний технологічний університет  
Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту  
Кафедра комп'ютерної інженерії



# Модернізація інформаційно-технічної системи для обміну медичними даними в межах Одеської обласної клінічної лікарні

Виконавець: Тітор І.Р.

Керівник: к.т.н., доцент - Сахарова С.В.



Рис. Е1 – Слайд №1

## Поставлена мета

**Мета** даної кваліфікаційної роботи полягає модернізації інформаційно-технічної системи, а саме в інтеграції сучасної системи зберігання та аналізу КТ знімків з використанням штучного інтелекту.

### Допоміжні завдання:

- Підвищення точності діагностики комп'ютерної томографії;
- Зменшення часу при аналізі діагностичних зображень;
- Ефективне використання ресурсів;
- Централізоване збереження DICOM зображень;
- Зменшення витрат;
- Підвищення рівня задоволеності пацієнтів.



Рис. Е2 – Слайд №2

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		104



## Об'єкт проектування

### Характеристики підрозділу

- 30 рентген апаратів
- 2 КТ апарати
- Біля 120 DICOM зображень щодня
- Більше 100 медичних працівників



Комп'ютерний томограф Insitum 64s

Рис. Е5 – Слайд №5

## Аналіз існуючої ІТС

### Структуру інформаційно-технічної системи

- Архітектура - Клієнт-серверна
- Інформаційна система - SimplexMed
- Операційна система - Windows
- Система моніторингу - Zabbix
- Сервер - Fujitsu m5
- Робочі станції - Dell Wyse 3040
- Мережеве обладнання - MikroTik

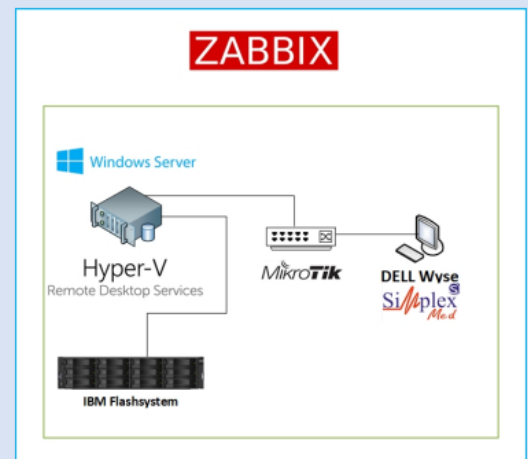


Рис. Е6 – Слайд №6

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		106

# Аналіз локальної мережі підрозділу

## Проблеми мережі підрозділу

- КТ апарат не має доступу до інтернет
- Локальна мережа не структурована
- Відсутність зберігання та передачі зображень

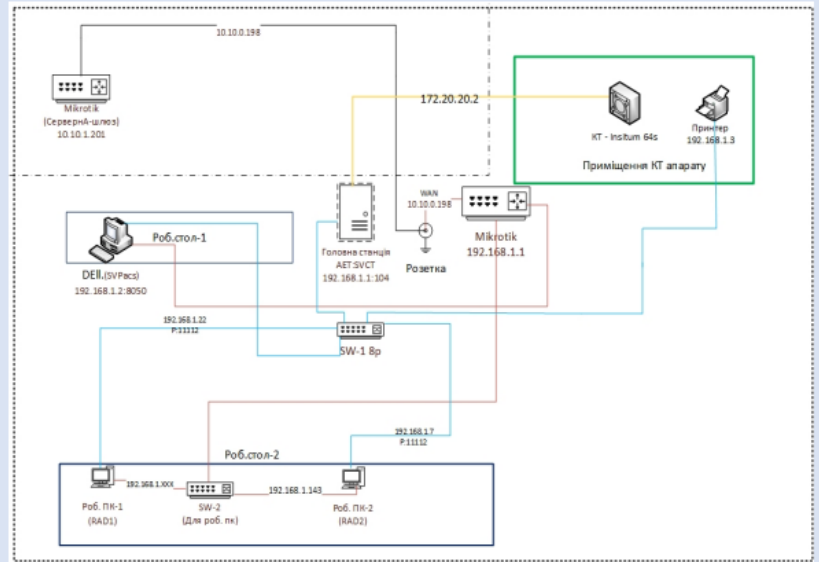


Рис. Е7 – Слайд №7

# Вибір PACS

## Порівняльні характеристики PACS серверів

Характеристика	dcm4chee	Orthanc	Sante DICOM Server
Тип	Повнофункціональний PACS	Гнучкий і модульний PACS	Легкий PACS
Інтеграція з іншими системами	Підтримується	Підтримується	Підтримується
Легкість установки і налаштування	Середня	Висока	Висока
Ефективність обробки зображень	Висока	Висока	Висока
Підтримка масштабованості	Так	Так	Так
Підтримка зберігання даних	Так	Так	Так
Підтримка багатьох форматів	Так	Так	Так
Простота використання	Середня	Висока	Висока
Гнучкість	Середня	Висока	Висока
Швидкість	Висока	Висока	Висока
Сумісність зі стандартами	DICOM, HL7, IHE	DICOM, HL7, IHE	DICOM, HL7, IHE
Відкрите ПЗ	Так	Так	Так
Підтримка модульної архітектури	Так	Так	Так

Рис. Е8 – Слайд №8

## Штучний інтелект



Рис. Е9 – Слайд №9

## Сучасні методи розгортання ПЗ

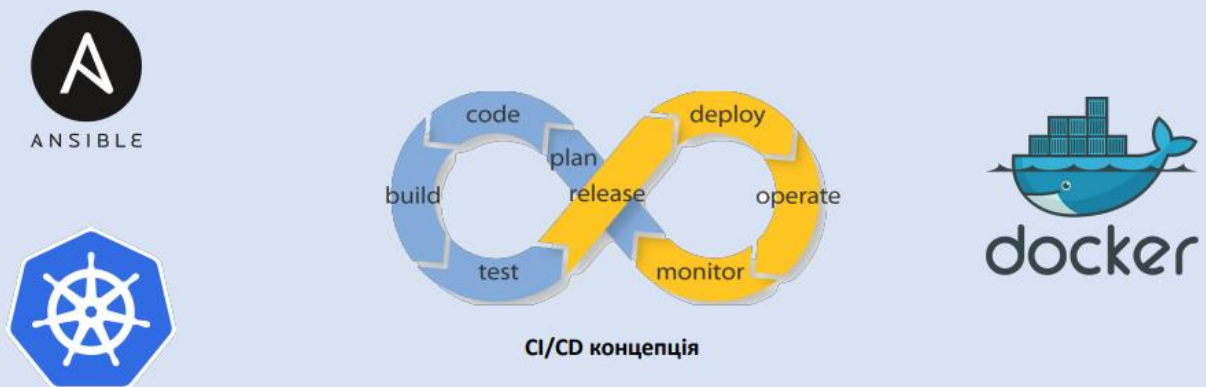


Рис. Е10 – Слайд №10

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		108

# Налаштування системи

## 1 Конфігурація системи

- Створення віртуальних машин
- Виділення необхідного місця у системі зберіганні даних

## 2 Налаштування Mikrotik

- Зміна шлюзу за замовченням
- Налаштування безпеки
- Налаштування КТ апарату та робочих станцій
- Додати нові модальності
- Встановити та налаштувати ПЗ для візуалізації зображень RadiAnt

## 3 Розгортання PACS системи

- Налаштування PACS серверу
- Написання Docker файлу
- Розгортання системи у Docker

Рис. Е11 – Слайд №11

# Модернізація локальної мережа підприємства

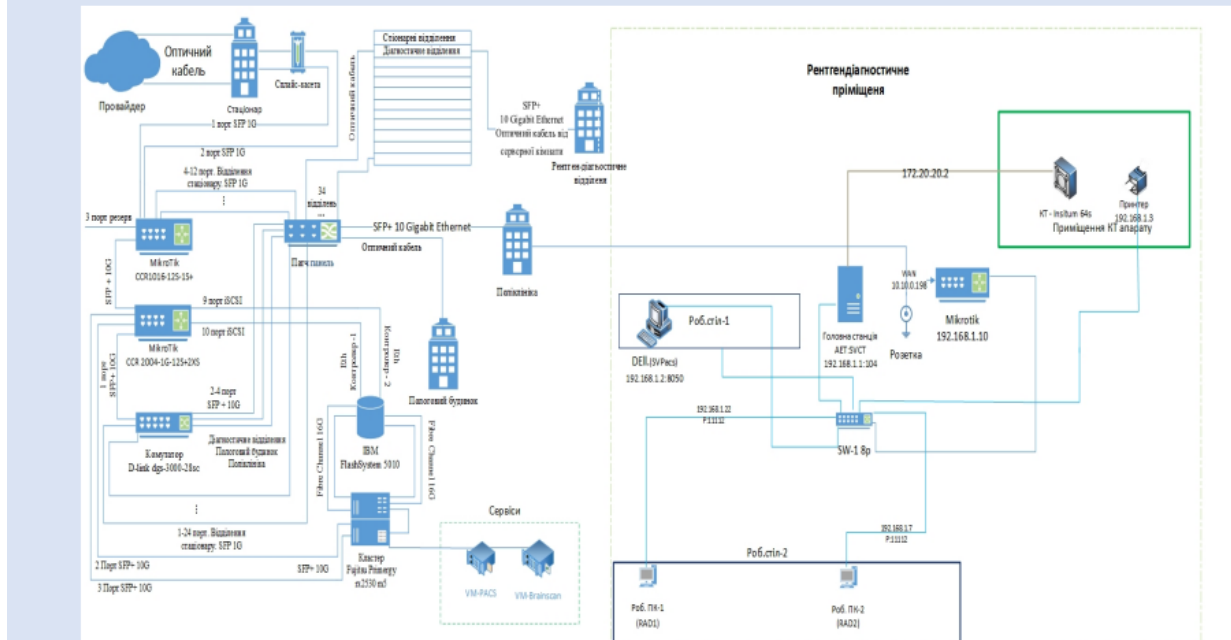
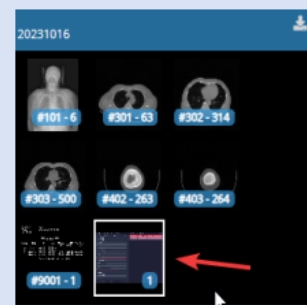
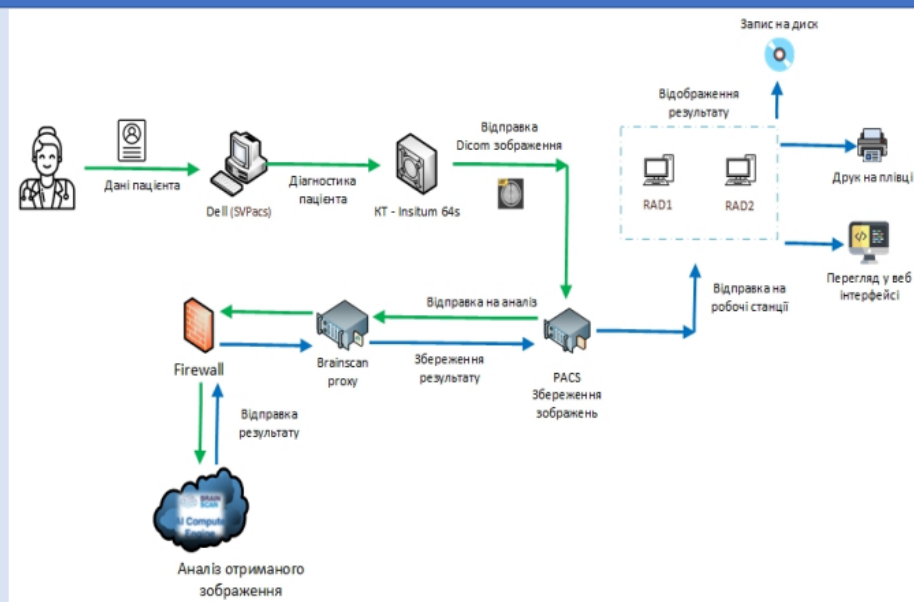


Рис. Е12 – Слайд №12

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		109

## Практичне застосування системи Brainscan

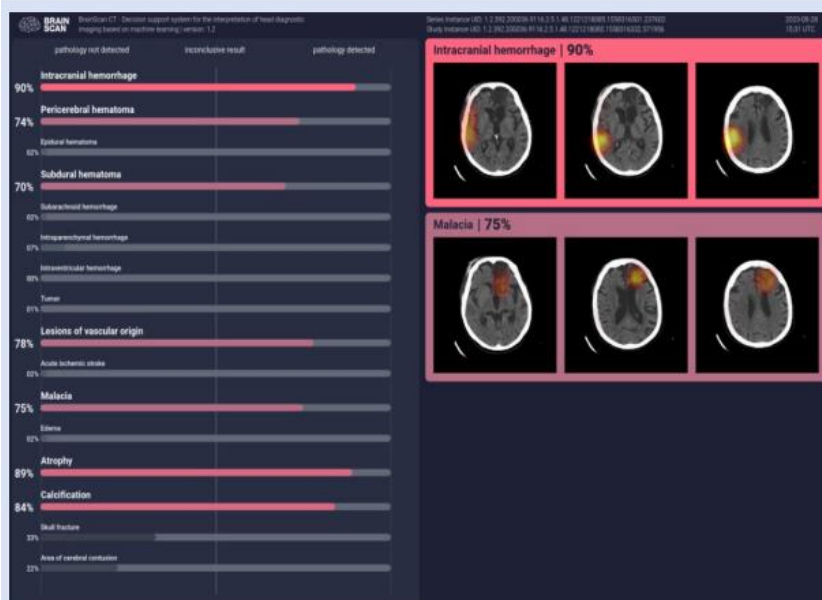


Прикріплений результат аналізу BrainScan

Схема роботи Orthanc та BrainScan

Рис. Е14 – Слайд №13

## Практичне застосування системи Brainscan



Робота лікаря з системою BrainScan

Відображення патологій у системі BrainScan

Рис. Е15 – Слайд №14

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		110

## Результати роботи Brainscan

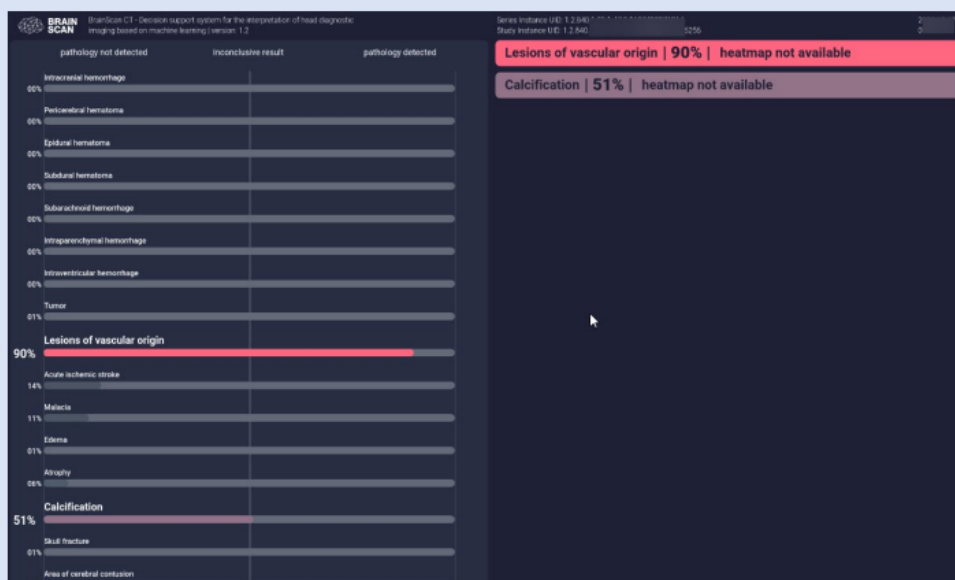


Рис. Е17 – Слайд №15

## Робота PACS серверу

The screenshot shows the web interface of the PACS server. It features a table with the following columns: 'Дата нароблення пацієнта', 'Ім'я пацієнта', 'ІД пацієнта', 'Опис дослідження', 'Дата дослідження', and 'Модальності у дослідженні'. The table contains several rows of patient data, including study IDs, patient names, and dates.

Веб інтерфейс PACS



Перегляд DICOM зображення

Рис. Е18 – Слайд №16

# Досягнення



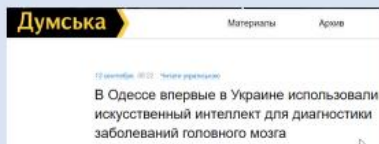
Сертифікат переможця конкурсу "BLACK SEA SCIENCE 2023"



Наказ про підсумки проведення 1 туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2022 році

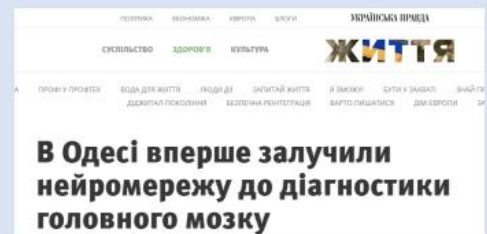
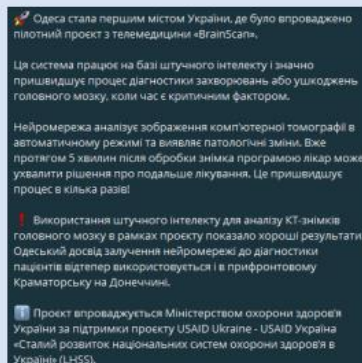
Рис. Е17 – Слайд №17

# Публікації в ЗМІ



dumskaya.net

## Телеграм канал МОЗ України



pravda.com.ua

Рис. Е18 – Слайд №18

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	КРМ.КІ.1.884-03.3.8	112

## Висновки

- Покращує доступність та обмін інформацією між різними відділеннями лікарні, сприяючи координації медичного обслуговування.
- Підвищення якості обслуговування та зниження впливу людського фактору.
- Скорочується час очікування результатів та прискорює початок лікування для пацієнтів.



Рис. Е19 – Слайд №19

## Дякую за увагу

Рис. Е20 – Слайд №20

					КРМ.КІ.1.884-03.3.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		113