

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження систем комп'ютерного зору для опрацювання відомостей  
щодо вірусних захворювань

Виконав: студент IV курсу, групи СТ-41

спеціальності 126 Інформаційні системи та  
(шифр і назва спеціальності)

технології

(підпис)

Поточняк Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Приймак М.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Шимчук Г.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Стухляк П.Д.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2022

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 17 » червня 2022 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології  
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Поточняку Юрію Сергійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження систем комп'ютерного зору для опрацювання відомостей щодо вірусних захворювань

Керівник роботи Приймак Микола Володимирович, д.т.н., професор кафедри КН  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 16 » березня 2022 року № 4/7-162

2. Термін подання студентом завершеної роботи 17 червня 2022р.

3. Вихідні дані до роботи Наукові публікації щодо систем комп'ютерного зору та набори Даних щодо вірусних захворювань

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз предметної області, історія розвитку коронавірусів, сфери та бази даних досліджень. 2. Діагностика та прогноз вірусних захворювань засобами систем комп'ютерного зору. 3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Висновки. Перелік джерел.

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

1. Титульна сторінка. 2. Тема та мета дослідження. 3. Завдання дослідження. 4. Актуальність дослідження. 5. Комп'ютерний зір. 6. Комп'ютерний зір в охороні здоров'я. 7. Вірусні захворювання. 8. Близькосхідний коронавірусний респіраторний синдром. 9. Класифікація підходів комп'ютерного зору для боротьби з COVID-19. 10. Дослідження систем комп'ютерного зору для Комп'ютерної Томографії. 11. Модель COVID-Net для рентгенограм. 12. Спостереження та виявлення інфікованих осіб. 13. Висновки. 14. Доповідь завершено.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Гурик О.Я., доцент кафедри МТ	04.04.2022	01.05.2022

7. Дата видачі завдання 24 січня 2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	24.01.2022	Виконано
2.	Підбір джерел про систем комп'ютерного зору та дані щодо вірусних захворювань.	04.01.2022-30.01.2022	Виконано
3.	Переклад та опрацювання джерел про систем комп'ютерного зору та дані щодо вірусних захворювань.	31.01.2022-06.02.2022	Виконано
4.	Виконання дослідження щодо систем комп'ютерного зору для опрацювання відомостей щодо вірусних захворювань.	07.02.2022-13.02.2022	Виконано
5.	Оформлення розділу «Аналіз предметної області, історія розвитку коронавірусів, сфери та бази даних досліджень».	14.02.2022-06.03.2022	Виконано
6.	Оформлення розділу «Діагностика та прогноз вірусних захворювань засобами систем комп'ютерного зору».	07.03.2022-03.04.2022	Виконано
7.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека життєдіяльності».	04.04.2022-17.04.2022	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу «Основи охорони праці».	18.04.2022-01.05.2022	Виконано
9.	Оформлення кваліфікаційної роботи.	02.05.2022-15.05.2022	Виконано
10.	Нормоконтроль.	16.05.2022-22.05.2022	Виконано
11.	Перевірка на плагіат.	06.06.2022	Виконано
12.	Попередній захист кваліфікаційної роботи.	07.06.2022	Виконано
13.	Захист кваліфікаційної роботи.	20.06.2022	

Студент

(підпис)

Поточняк Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Приймак М.В.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Дослідження систем комп'ютерного зору для опрацювання відомостей щодо вірусних захворювань // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр» // Поточняк Юрій Сергійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СТ-41 // Тернопіль, 2022 // С. 46, рис. – 18, табл. – 4, кресл. – 14, додат. – 0, бібліогр. – 56.

**Ключові слова:** аналітичне опрацювання, вірус, інфікування, комп'ютерний зір, машинне навчання, томографія, розпізнавання зображень.

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню систем комп'ютерного зору для опрацювання відомостей щодо вірусних захворювань.

Мета роботи: підвищення рівня поінформованості щодо систем комп'ютерного зору та особливостей їх використання для опрацювання відомостей щодо вірусних захворювань.

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» подано аналіз предметної області. Висвітлена історія розвитку коронавірусів. Досліджені ключові сфери досліджень в галузі комп'ютерного зору. Описано поширені на даний час БД та ресурси.

В другому розділі кваліфікаційної роботи описано діагностику та прогноз вірусних захворювань. Проведено дослідження систем комп'ютерного зору для КТ. Описано дослідження систем комп'ютерного зору для СХР. Висвітлено дослідження систем комп'ютерного зору для профілактики та контролю вірусних захворювань. Розглянуто дослідження систем комп'ютерного зору для клінічного лікування та спостереження.

## ANNOTATION

Research of computer vision systems for processing information on viral diseases // Qualification work of educational level "Bachelor" // Potochniak Yurii Serhiiiovych // Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science of Computer Science, group ST-41 // Ternopil, 2022 // P. 46, fig. – 18, table. – 4, chair. – 14, added. – 0, bibliogr. – 56.

**Key words:** analytical processing, virus, infection, computer vision, machine learning, tomography, image recognition.

The qualification work is devoted to the study of computer vision systems for processing information on viral diseases.

Purpose: to raise awareness of computer vision systems and the features of their use to process information on viral diseases.

In the first section of the qualification work of the educational school "Bachelor" the analysis of the subject area is given. The history of coronavirus development is covered. Key areas of research in the field of computer vision have been explored. Currently described databases and resources.

The second section of the qualification work describes the diagnosis and prognosis of viral diseases. A study of computer vision systems for CT. A study of computer vision systems for CXR is described. Research on computer vision systems for the prevention and control of viral diseases is covered. The study of computer vision systems for clinical treatment and observation is considered.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

CXR – Chest X-ray (Radiograph).

ГРВІ – Гостра респіраторна вірусна інфекція.

КТ – Комп'ютерна томографія.

ШІ – Штучний інтелект.

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ, ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ КОРОНАВІРУСІВ, СФЕРИ ТА БАЗИ ДАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	7
1.1 Аналіз предметної області.....	7
1.2 Історія розвитку коронавірусів .....	11
1.3 Ключові сфери досліджень в галузі комп'ютерного зору.....	12
1.4 БД та ресурси .....	13
1.4.1 БД КТ-зображень та рентгенівських знімків .....	13
1.4.2 БД інших зображень .....	15
1.5 Висновок до першого розділу .....	15
2 ДІАГНОСТИКА ТА ПРОГНОЗ ВІРУСНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ЗАСОБАМИ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ .....	16
2.1 Діагностика та прогноз вірусних захворювань .....	16
2.2 Дослідження систем комп'ютерного зору для КТ .....	16
2.3 Дослідження систем комп'ютерного зору для СХР.....	20
2.4 Дослідження систем комп'ютерного зору для профілактики та контролю вірусних захворювань .....	26
2.5 Дослідження систем комп'ютерного зору для клінічного лікування та спостереження .....	29
2.6 Висновок до другого розділу .....	33
3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	34
3.1 Надзвичайні ситуації екологічного характеру .....	34
3.2 Долікарська допомога при шоку.....	36
3.3 Висновок до третього розділу .....	37
ВИСНОВКИ.....	38
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ .....	39

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Коронавірусна пандемія COVID-19 спричинила негайну необхідність мобілізації та боротьби усього людського населення. Це спричинило пов'язані з охороною здоров'я людей надзвичайні ситуації та карантинні обмеження. У даній ситуації автоматизація з використанням інформаційних технологій комп'ютерного зору з інтегрованими аналітичними засобами на основі машинного навчання, глибокого навчання, штучного інтелекту, медичної візуалізації для комп'ютерної томографії і рентгенографії є ефективними засобами у боротьбі з COVID-19. Тому дослідження систем комп'ютерного зору для опрацювання відомостей щодо вірусних захворювань є актуальним напрямком досліджень в галузі інформаційних технологій.

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» є підвищення рівня поінформованості щодо систем комп'ютерного зору та особливостей їх використання для опрацювання відомостей щодо вірусних захворювань. Для досягнення поставленої мети потребують вирішення ряд наступних завдань:

- Проаналізувати стан досліджень в галузі систем комп'ютерного зору.
- Описати ключові сфери досліджень в галузі комп'ютерного зору.
- Виконати пошук БД та ресурсів з відомостями щодо вірусних захворювань.
- Дослідити діагностику та прогноз вірусних захворювань засобами систем комп'ютерного зору.

**Практичне значення одержаних результатів.** Проведене дослідження виконано в контексті використання систем комп'ютерного зору для практичного опрацювання відомостей щодо вірусних захворювань.



# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ, ІСТРІЯ РОЗВИТКУ КОРОНАВІРУСІВ, СФЕРИ ТА БАЗИ ДАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 1.1 Аналіз предметної області

На даний час вірусні захворювання активно поширюються серед людей завдяки зростанню густини населення та міжрегіональних зв'язків та впливів. Останнім широко-поширеним вірусним захворюванням є COVID 19 – інфекційне захворювання, спричинене важким гострим респіраторним синдромом SARS-CoV-2 [1] і назване коронавірусом через візуальний вигляд під електронним мікроскопом, подібний до сонячної корони [2] (див. рисунок 1.1). Боротьба з COVID 19 спонукала дослідників у всьому світі досліджувати, розуміти та розробляти нові методи діагностики та лікування, щоб побороти або мінімізувати цю загрозу для нашого покоління.

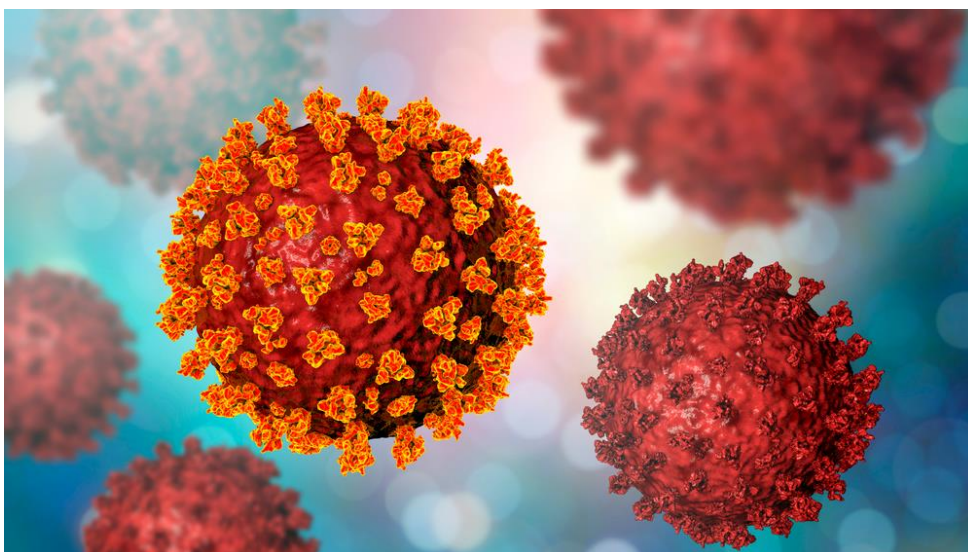


Рисунок 1.1 – SARS-CoV-2, вигляд під електронним мікроскопом

Комп'ютерний зір (див. рисунок 1.2) – це міждисциплінарна сфера, яка займається питаннями того, як комп'ютери можуть розвинути розуміння високого рівня шляхом інтерпретації інформації, яка присутня в цифрових зображеннях.

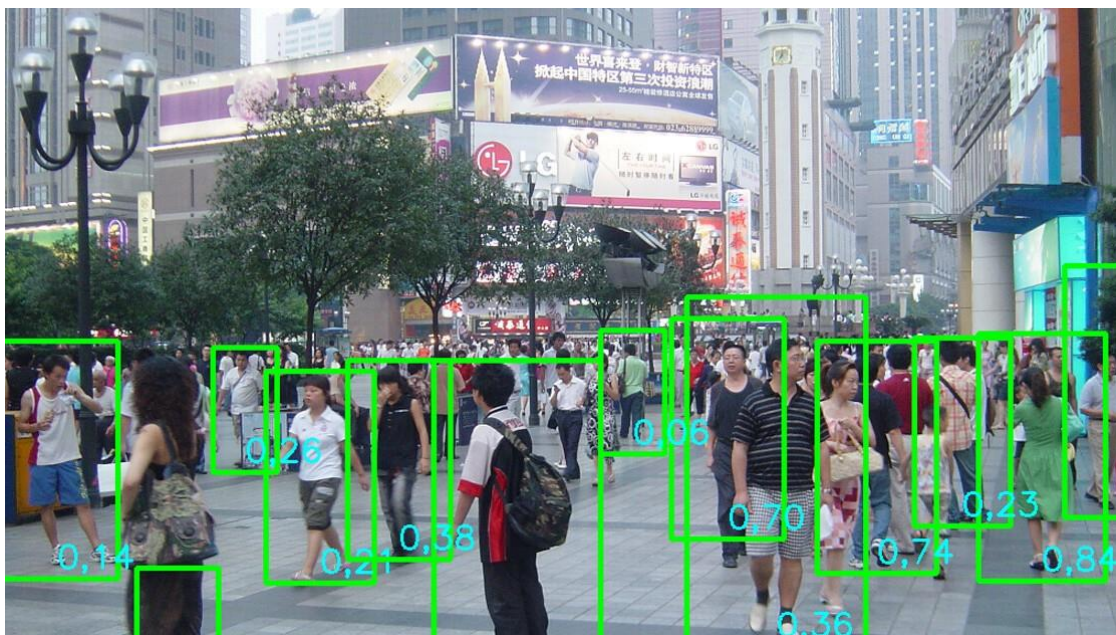


Рисунок 1.2 – Комп'ютерний зір

За останні декілька років вона досягла значного прогресу, головним чином завдяки успіху глибокого навчання (див. рисунок 1.3) – підгалузі машинного навчання.



Рисунок 1.3 – Глибоке навчання

Методи комп'ютерного зору (дивію рисунок 1.4) показали величезний потенціал у різних сферах застосування, особливо в галузі охорони здоров'я та медичних досліджень.

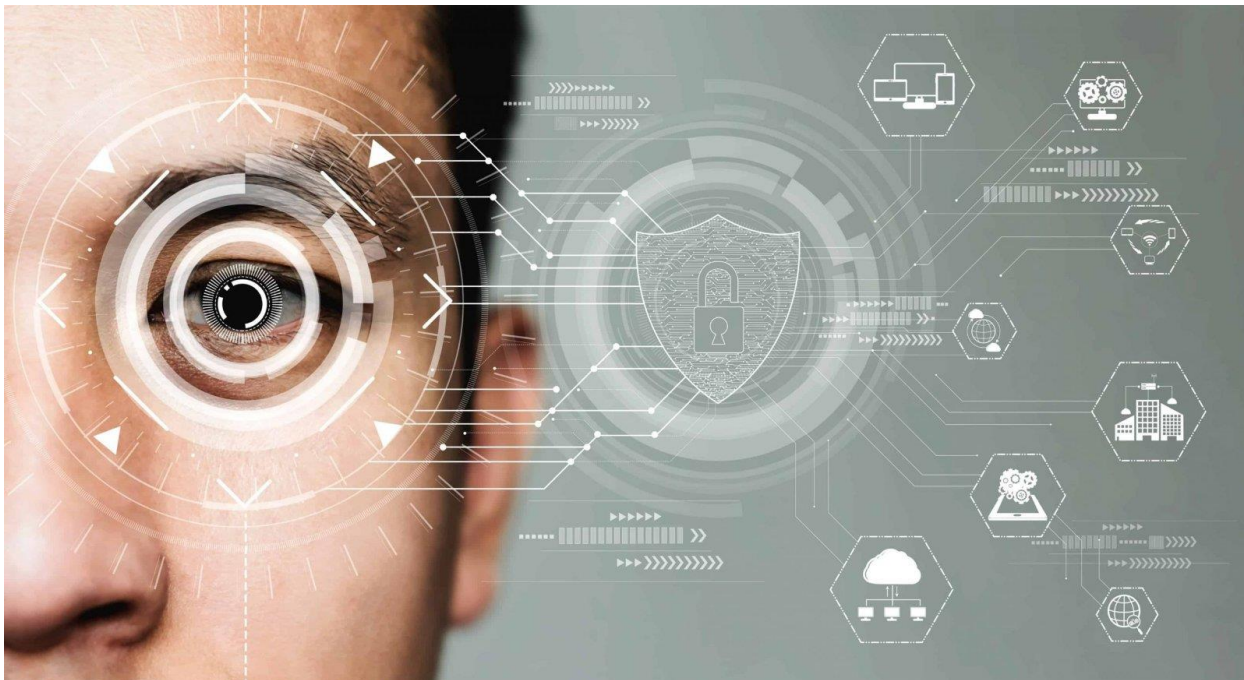


Рисунок 1.4 – Методи комп'ютерного зору

Існує множина нових підходів до комп'ютерного зору в різних сферах охорони здоров'я, які включають, але не обмежуючись цим, діагностику захворювання, прогноз, хірургічне втручання, терапію, аналіз медичних зображень та виявлення ліків [3]. Цей успіх дозволив вченим з комп'ютерного ефективно прийняти виклики COVID-19, сприяючи діагностиці, прогнозуванню, профілактиці, контролю та лікуванню захворювань.

Наукова реакція на боротьбу з COVID-19 була набагато швидшою та ширшою. За даними «PubMed» [4], на початок літа 2020 року, кількість наукових публікацій, що містять термін «коронавірус», пересягнула поріг тридцять мільйонів. На рисунку 1.5 подано графік поточного збільшення кількості дослідницьких статей про дослідження, які пов'язані з коронавірусом.

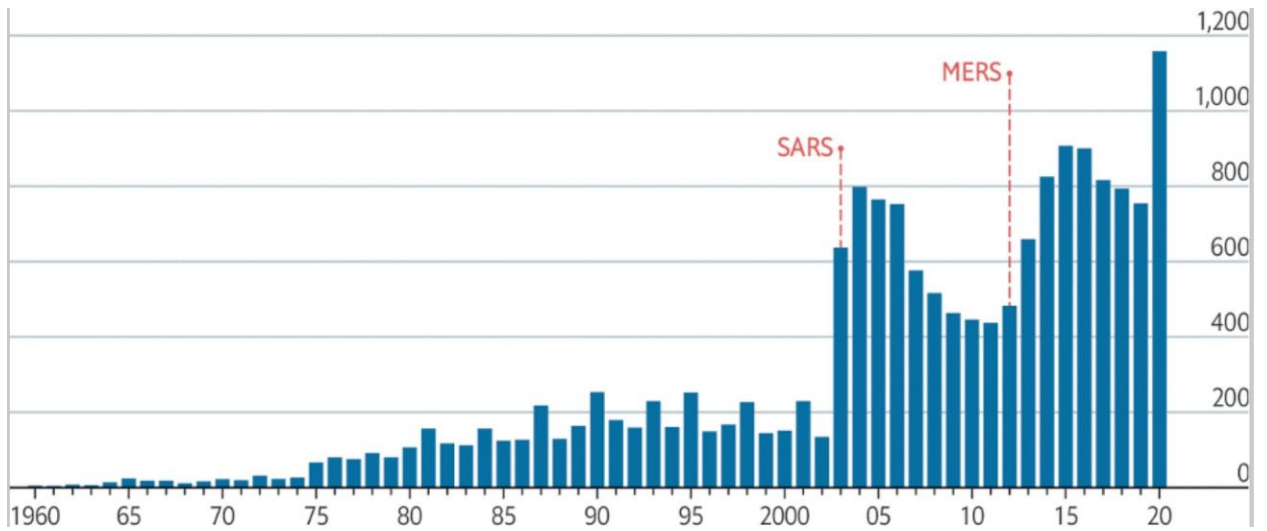


Рисунок 1.5 – Зображення поточного збільшення кількості дослідницьких статей про дослідження, пов'язані з коронавірусом. Адаптовано з [4]

На даний час запропоновано численні підходи щодо комп'ютерного зору, що стосуються різних аспектів боротьби з пандемією COVID-19 та вірусними захворюваннями в цілому. Ці підходи відрізняються один від одного відношенням до основних питань: Медична візуалізація (див. рисунок 1.6) може сприяти швидшій та надійнішій діагностиці COVID-19.

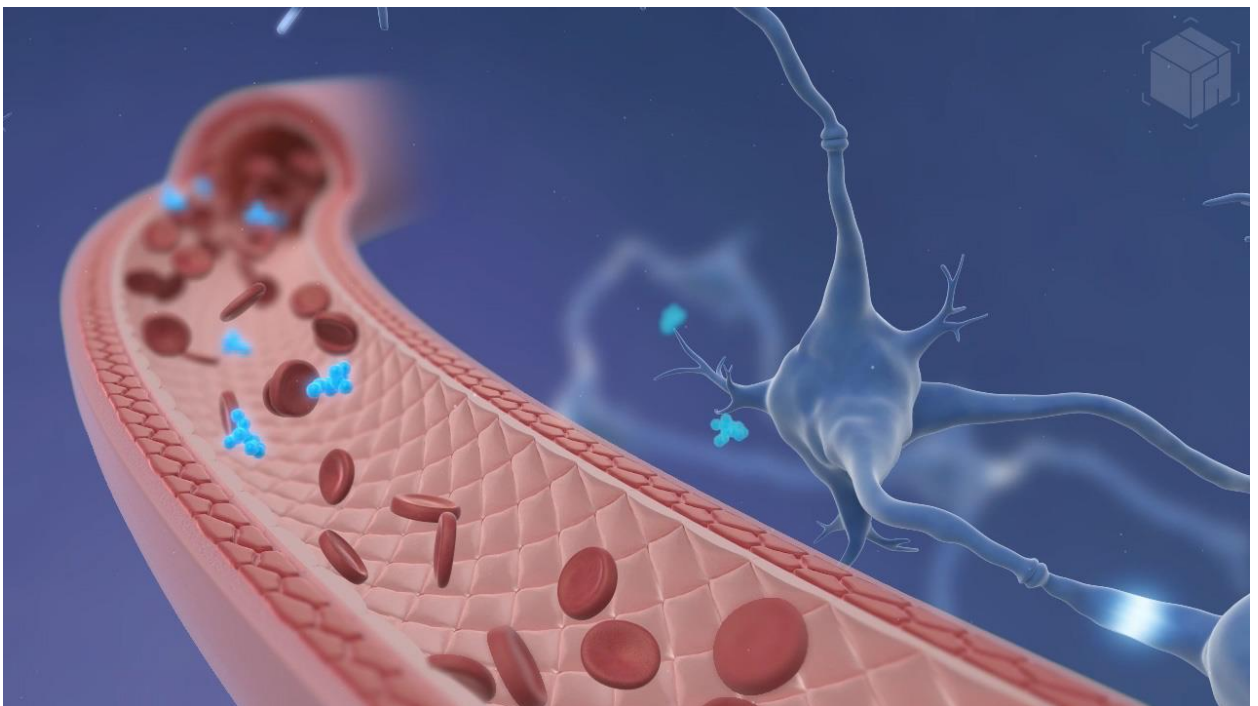


Рисунок 1.6 – Медична візуалізація

При цьому особливості зображення правильно класифікують такі захворювання, як бактеріальні, вірусні, COVID-19 та пневмонія.

## 1.2 Історія розвитку коронавірусів

Новий коронавірус SARS-CoV-2, раніше відомий як 2019-nCoV, є сьомим представником сімейства вірусів «Coronaviridae». Які є оболонкою, грампозитивними несегментованими вірусами РНК [5]. Рівень смертності від COVID-19 менший, ніж у важкого гострого респіраторного синдрому – ГРВІ та респіраторного синдрому Близького Сходу.

MERS – це коронавірусні захворювання. Серед яких 10% – ГРВІ-CoV та 37% – MERS-CoV (див. рисунок 1.7). Однак він є дуже інфекційним, і, як наслідок, кількість випадків захворювання швидко зростає [6].



Рисунок 1.7 – MERS-CoV

Вперше про спалах захворювання повідомили в Ухані, провінція Хубей, Китай [7], після того, як 31 грудня 2019 року було зареєстровано кілька випадків пневмонії з невідомими причинами. Новий коронавірус був

виявлений як збудник захворювання шляхом глибокого аналізу послідовності зразків пацієнтів дихальних шляхів у китайських установах 7 січня 2020 р. [6]. 30 січня 2020 року спалах захворювання було оголошено надзвичайною ситуацією у галузі охорони здоров'я. 11 лютого 2020 року Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) оголосила назву нової коронавірусної хвороби: COVID-19. Офіційно він вважався пандемією після оголошення ВООЗ 11 березня [8] (див. рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Пандемія COVID-19

### 1.3 Ключові сфери досліджень в галузі комп'ютерного зору

Подамо класифікацію технік комп'ютерного зору, які намагаються протистояти загрозі від вірусних захворювань в цілому та зокрема COVID-19. Для кращого розуміння класифікуємо їх за трьома ключовими напрямками досліджень:

- діагностика та прогноз;
- профілактика та контроль захворювань;

– спостереження та лікування захворювань.

Ця класифікація підходів комп'ютерного зору подана на рисунку 1.9. У наступних параграфах проаналізуємо галузі досліджень, відповідні статті та подамо короткий репрезентативний опис суміжних робіт.

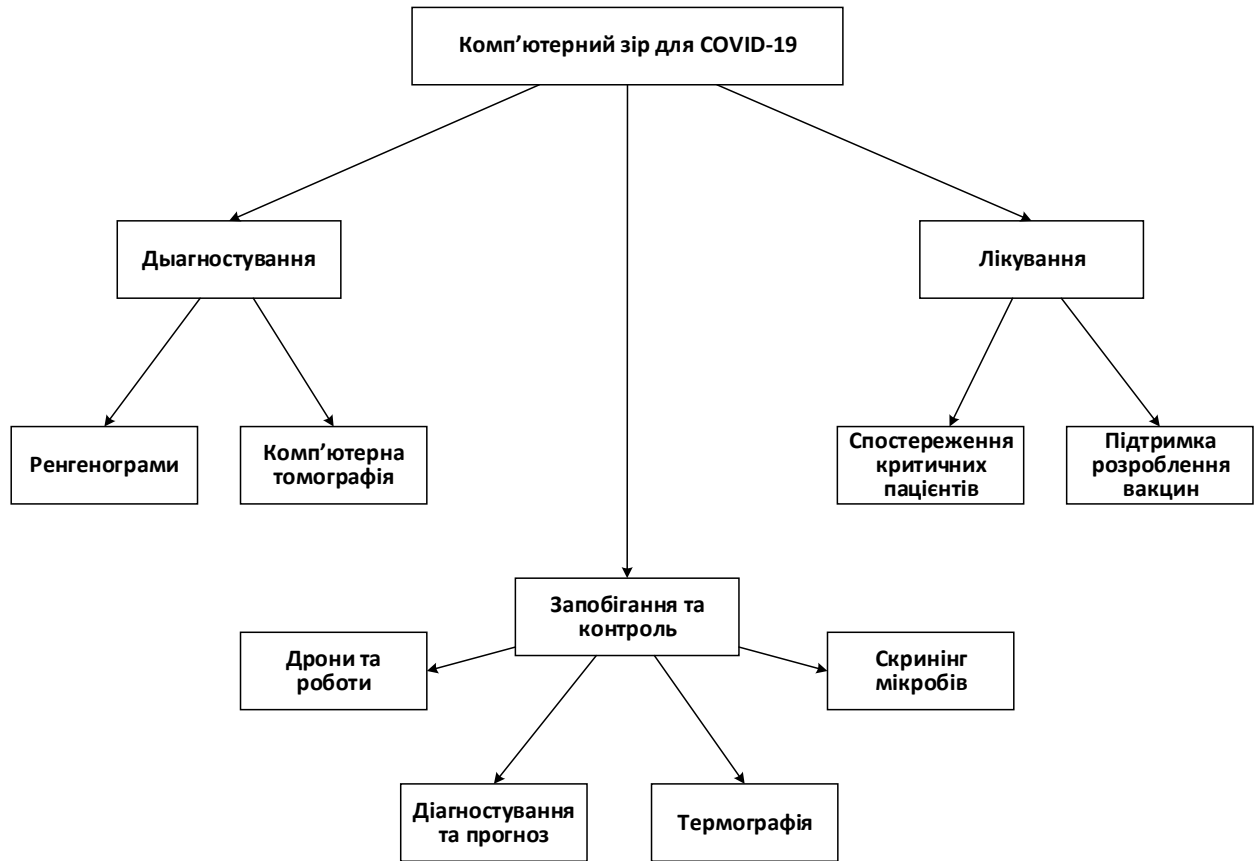


Рисунок 1.9 – Класифікація підходів комп'ютерного зору для боротьби з COVID-19 та вірусними захворюваннями

## 1.4 БД та ресурси

### 1.4.1 БД КТ-зображень та рентгенівських знімків

Набір даних COVID-СТ [9]. Університет Сан-Дієго опублікував набір даних із 349 знімками КТ, що містять клінічні дані COVID-19. Щоб продемонструвати потенціал, тренується модель ШІ, що досягає 85% точності.

База даних рентгенографії COVID-19 [10]. Група дослідників з Катарського університету в Досі та Університету Даки, Бангладеш, разом із співробітниками з Пакистану та з лікарями Малайзії створили базу даних рентгенологічних зображень грудної клітки для COVID-19 позитивних випадків разом із зображеннями нормальної та вірусної пневмонії. У поточному випуску є 219 позитивних зображень COVID-19, 1341 нормальне зображення та 1345 зображень вірусної пневмонії. Автори заявляють, що продовжуватимуть оновлювати цю базу даних, як тільки з'являться нові рентгенівські знімки для хворих на пневмонію COVID-19. Дослідницькій групі вдалося класифікувати COVID-19, вірусну пневмонію та рентгенівські знімки нормальної грудної клітини з точністю 98,3%. Ця наукова робота була подана до журналу «Scientific Reports (Nature)», а рукопис було завантажено до ArXiv.

Колекція даних та зображень COVID-19 [11]. Початковий збір даних відкритих зображень COVID-19 наданий Джозефом Полом Коеном.

Набір даних COVIDx [12] – це випуск абсолютно нового набору даних COVIDx із 16 756 зображеннями рентгенографії грудної клітки для 13 645 пацієнтів. Це поєднання даних, наданих багатьма сторонами, зокрема Радіологічним товариством Північної Америки (RSNA), іншими учасниками виявлення пневмонії RSNA, доктором Джозефом Полом Коеном та командою MILA, яка бере участь у зборі даних зображень COVID-19 проєкт надання доступних даних світовій спільноті.

«Рентген грудної клітки 8» [13]. Рентген грудної клітки є одним із найбільш доступних рентгенологічних досліджень для скринінгу та діагностики багатьох захворювань легенів. Величезна кількість рентгенівських знімків, що супроводжується радіологічними звітами, накопичується і зберігається у багатьох сучасних лікарнях в системах архівування та зв'язку зображень (PACS).



### **1.4.2 БД інших зображень**

Набори даних розпізнавання обличчя з маскою [14]. Було представлено три типи наборів даних із замаскованим обличчям, включаючи набір даних для виявлення обличчя в масках «MFDD», набір даних для розпізнавання обличчя в масках «RMFRD» та модельований набір даних для розпізнавання обличчя в масці «SMFRD». Набір даних MFDD може бути використаний для підготовки точної моделі розпізнавання обличчя, що маскується, яка служить для подальшого завдання розпізнавання маскованих облич. Набір даних RMFRD включає 5000 зображень 525 людей у масках та 90 000 зображень тих самих 525 осіб без масок. Наскільки нам відомо, на даний час це найбільший у світі набір даних щодо обличчя в масках. «SMFRD» – це змодельований набір даних про обличчя, що маскується, який охоплює 500 000 зображень обличчя 10 000 осіб.

Набори даних теплових зображень. На даний час немає набору термічних даних для скринінгу високої температури. Однак повністю анотовану базу даних термічного обличчя та її застосування для розпізнавання термічного виразу обличчя запропонував Марцін Копачка [15].

### **1.5 Висновок до першого розділу**

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього оівня «Бакалавр» подано аналіз предметної області. Висвітлена історія розвитку коронавірусів. Досліджені ключові сфери досліджень в галузі комп'ютерного зору. Описано поширені на даний час БД та ресурси. Зокрема подано опис БД КТ-зображень і рентгенівських знімків та БД інших зображень.

## **2 ДІАГНОСТИКА ТА ПРОГНОЗ ВІРУСНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ЗАСОБАМИ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ**

### **2.1 Діагностика та прогноз вірусних захворювань**

Важливим кроком у боротьбі з вірусними захворюваннями та, зокрема, COVID-19 є надійний, швидкий та доступний за ціною процес діагностики, який може бути легко доступним для світової спільноти [16]. Згідно з Кембриджським словником, діагноз – це «винесення судження про точний характер захворювання чи іншої проблеми, особливо після обстеження або такого судження» і прогноз – це «судження лікаря про ймовірний чи очікуваний розвиток захворювання або шансів на покращення».

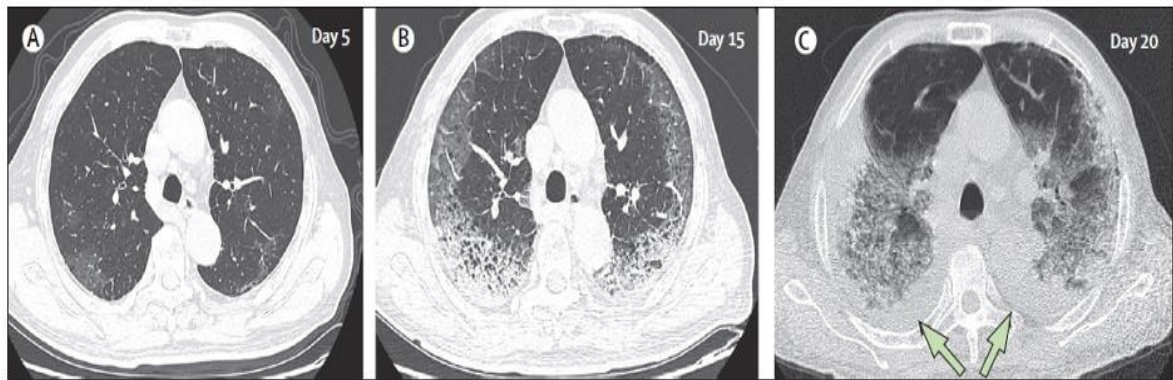
В даний час тести кількісної полімеразної ланцюгової реакції на зворотну транскриптазу «RT-qPCR» вважаються золотим стандартом для діагностики COVID-19 [17]. Під час такого тесту з носового мазка виділяють невелику кількість вірусної РНК, ампліфікують та кількісно оцінюють. Потім виявлення вірусів проводиться за допомогою флуоресцентного барвника. Незважаючи на точність, тест є трудомістким та ручним, що обмежує його доступність у великих масштабах. Деякі дослідження також показали хибнопозитивні тести ПЛР [18].

### **2.2 Дослідження систем комп'ютерного зору для КТ**

Альтернативним підходом є використання рентгенологічного обстеження, яке використовує комп'ютерну томографію (КТ) [19]. КТ грудної клітки – це неінвазивний тест, який проводиться для отримання точного зображення грудної клітки пацієнта. Він використовує вдосконалену форму рентгенівської технології, що забезпечує більш детальне зображення грудної клітки, ніж звичайна рентгенограма. Він створює зображення, що

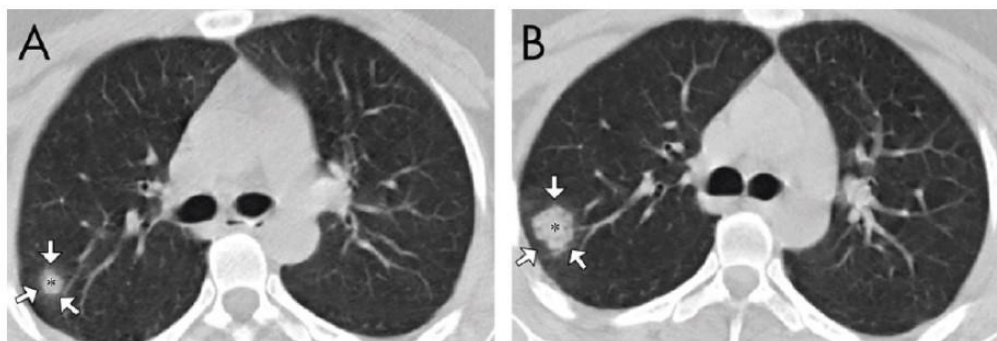
включають кістки, жири, м'язи та органи, що дає лікарям кращий огляд, що має вирішальне значення при постановці точних діагнозів.

Існує два типи КТ грудної клітки, а саме КТ з високою роздільною здатністю та спіральна КТ [20]. КТ грудної клітки високою роздільною здатністю забезпечує більше, ніж зріз або зображення за одне обертання рентгенівської трубки (див. рисунок 2.1). Застосування спіральної КТ грудної клітки включає стіл, який безперервно рухається через тунелоподібний отвір, тоді як рентгенівська трубка йде по спіральному шляху. Перевага спіральної КТ полягає в тому, що вона здатна формувати тривимірне зображення легенів та грудної клітки в цілому.



Transverse thin-section serial CT scans from a 77-year-old man

(A) Day 5 after symptom onset: patchy ground-glass opacities affecting the bilateral, subpleural lung parenchyma. (B) Day 15: subpleural crescent-shaped ground-glass opacities in both lungs, as well as posterior reticular opacities and subpleural crescent-shaped consolidations. (C) Day 20: expansion of bilateral pulmonary lesions, with enlargement and denser pulmonary consolidations and bilateral pleural effusions (arrows). The patient died 10 days after the final scan.



Nonenhanced axial chest CT images in a 27-year-old woman. A, Image shows a solid nodule (\*) surrounded by a ground-glass halo in the posterior right upper lobe segment (arrows). B, Image at the same level as in A, obtained 4 days after, shows increase in size of the solid nodule (\*), with development of small peripheral air bronchograms.

Рисунок 2.1 – КТ-зображення та функції КТ, пов'язані з COVID-19.

Непрозорість – зверху та ореол – знизу

До важливих особливостей КТ належать помутніння, консолідація, сітка або потовщення міждолькових перегородок, вузлики та розподіл вогнищ – ліва, права або обидві легені [21]. Найбільш помітними ознаками КТ, виявленими при пневмонії COVID-19, є двосторонні та субплевральні зони помутніння, консолідація, що зачіпає нижні частки. На проміжній стадії, від 4 до 14 днів з моменту появи симптомів, важливими ознаками є модель помиленого згущення та, можливо, спостережуваний знак Гало [22]. Один із випадків КТ зображений на рис. 2.1 Оскільки виявлення ознак захворювання займає багато часу, навіть для експертів-рентгенологів комп'ютерний зір може допомогти, автоматизуючи такий процес.

На даний час запропоновано різні автоматизовані підходи КТ-сканування [23]. Щоб обговорити підхід та ефективність діагностики захворювань на основі комп'ютерного зору для КТ, вибрано декілька останніх репрезентативних робіт, що формують огляд їх ефективності (див. таблицю 2.1).

Варто зазначити, що вони представляють різні показники ефективності та використовують різноманітну кількість зображень та наборів даних. Ці практики роблять порівняння дуже складним.

Таблиця 2.1 – Репрезентативні роботи для діагностики COVID-19 на основі КТ

Досліджен -ня	Сегментація Модель	Набір даних	Кількість учасників	Продуктивні сть
1	2	3	4	5
Чен [24]	UNet++ для вилучення дійсних ділянок на КТ- зображеннях, використовуючи	46 096 КТ- зображень	106 пацієнтів з 51 підтвердже ною	чутливість 100%, специфічність 93,55%, точність

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
	289 випадково вибраних КТ- зображень		пневмоніє ю COVID- 19	95,24%
Ксяовой [25]	Модель сегментації на основі VNET [28]	Всього було зібрано 618 зразків КТ: 19, 224 проби КТ Грип 1175 проби КТ здорових людей	219 із 110 хворих на COVID- та 224 хворих на вірусну пневмонію грипу-А	Точність моделі 86,7%

Деякі показники включають точність, чутливість, специфічність, площа під кривою «AUC», позитивне прогнозне значення «PPV», негативне прогнозне значення «NPV» та оцінку «F1». Швидке з'ясування їх визначення може бути корисним. Точність методу визначає, наскільки правильно прогнозуються значення. Точність визначає відтворюваність вимірювання або те, скільки прогнозів правильні. «Recall» демонструє, скільки правильних результатів виявлено. «F1-бал» використовує комбінацію точності та відкликання для обчислення збалансованого середнього результату.

Перший клас робіт підходить до діагностики як до проблеми сегментації. Чен [24] запропонував набір даних КТ-зображень з 46 096 зображень як здорових, так і інфікованих пацієнтів, позначених експертами рентгенологами. Його було зібрано у понад сотні пацієнтів, які отримали понад п'ятдесят один випадок підтвердження пневмонії COVID-19, та п'ятдесят п'ять контрольних пацієнтів.

Другий тип робіт розглядав COVID-19 як проблему двійкової класифікації. Лін Лі [26] запропонував «COVNet» для видобування візуальних особливостей з об'ємної КТ грудної клітки (див.рисунок 2.2), використовуючи навчання передачі на «RESNET50».



Рисунок 2.2 – КТ грудної клітки

Сегментація легенів виконувалась як завдання попередньої обробки за допомогою моделі U-Net. Він використовував 4356 обстежень КТ грудної клітки від 3322 пацієнтів із набору даних, зібраного з 6 лікарень у період із серпня 2016 року по лютий 2020 року. Чутливість та специфічність для COVID-19 становлять 90%, 114 із 127, р-значенням 0,001 з 95% довірчим інтервалом (ДІ) 95% від 83% до 94% та 96%, 294 з 307, р-значення 0,001 з 95% та ДІ від 93% до 98% відповідно.

### 2.3 Дослідження систем комп'ютерного зору для CXR

Недоліком використання КТ є необхідність високої дози опромінення для пацієнта та збільшення вартості [27]. Це робить цифрову рентгенівську рентгенограму грудної клітки – CXR (див. рисунок 2.3), методом візуалізації

з меншою вартістю та більшою доступністю для виявлення патології грудної клітки. Комп'ютерна діагностика цифрових рентгенівських знімків застосовується при різних захворюваннях, включаючи остеопороз [28], рак [29] та серцеві захворювання [30].



Рисунок 2.3 – Рентгенограма грудної клітки – CXR

Однак, оскільки на рентгенівських знімках дуже важко розрізнити м'які тканини з поганим контрастом, посилення контрасту використовується як етап попередньої обробки [31].

Обстеження CXR показали консолідацію у пацієнтів, інфікованих COVID-19. В одному дослідженні в Гонконгу [35] у трьох різних пацієнтів щодня спостерігався CXR, у двох з них спостерігалось прогресування консолідації легенів протягом 3-4 днів. Подальші обстеження CXR показують покращення протягом наступних двох днів. У третього пацієнта не спостерігалось значних змін протягом 8-денного періоду. Однак подібне дослідження показало, що помутніння шліфованого скла на периферії правої нижньої частки на КТ не видно на рентгенограмі грудної клітки, яка брала 1

годину від першого дослідження. Однак CXR все ще рекомендується поряд із КТ для кращого рентгенологічного аналізу. Запропоновано різні автоматизовані підходи, пов'язані з CXR.

На даний час було запропоновано багато моделей комп'ютерного зору на основі глибокого навчання для рентгенівських зображень COVID-19. Однією з найбільш значущих розробок є модель COVID-Net (див. рисунок 2.4), запропонована Дервіном, Канада [33].

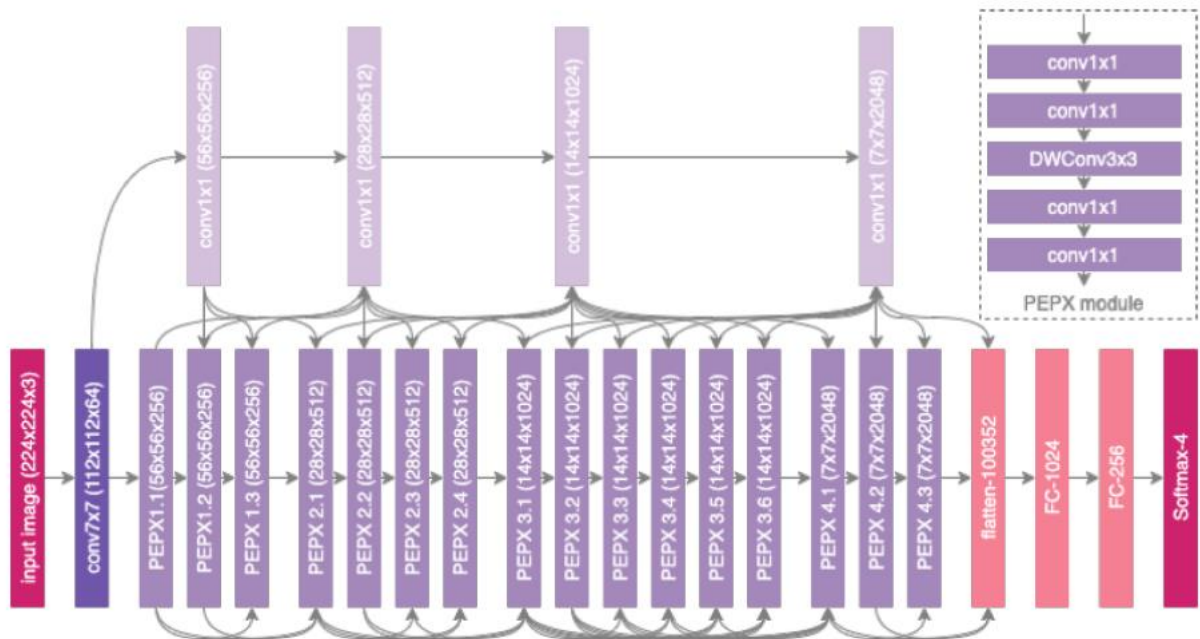


Рисунок 2.4 – Архітектурна схема COVID-Net [33]

У цій роботі людські принципи прототипи проектування мережі поєднуються з машинним дослідженням проектування для створення мережевої архітектури та виявлення випадків COVID-19 за допомогою рентгенографії грудної клітки. Перший етап стратегії спільного проектування людина-машина базується на принципах дизайну залишкових архітектур. Набір даних, що використовується для тренування та оцінки COVID-Net, позначається як COVIDx [33] і включає в цілому 16 756 рентгенографічних знімків грудної клітки у 13645 випадках пацієнтів. Запропонована модель досягла 92,4% точності 80% чутливості для діагностики COVID-19.



Початковий прототип мережевого проекту робить один із трьох класів:

- відсутність інфекції – нормальна;
- зараження не COVID19 – вірусна та бактеріальна;
- вірусна інфекція COVID-19.

Мета – допомогти клініцистам краще визначитися із стратегією лікування залежно від причини інфекції, оскільки зараження COVID-19 та не-COVID19 вимагають різних планів лікування. На другому етапі дані, поряд із специфічними вимогами до проектування, виступають керівництвом до стратегії дослідження проекту для виявлення та визначення оптимальних макро- та мікроархітектурних конструкцій для формування остаточної спеціальної архітектури глибокої нейронної мережі. У таблиці 2.2 подано систематичне представлення методів CXR.

Таблиця 2.2 – Накові роботи щодо CXR-діагностики COVID-19

Дослідження	Модель	Набір даних	Продуктивність
1	2	3	4
Гаст. [34]	U-Net + змагальний + Контраст Обмежене адаптивне вирівнювання гістограми (CLAHE).	247 зображень із набору даних Японського товариства радіо- логічних технологій (JSRT) + набір даних Шеньчжень містить загальну кількість 662 рентгенівських знімків грудної клітки.	DSC 97,5% на наборі даних JSRT.

## Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
Нарім [35]	Попередньо навчена модель ResNet50 з навчанням переходу	Репозиторій GitHub з відкритим кодом, яким користується доктор Джозеф Коен + Chest X-Ray Images.	Точність 97% для InceptionV3 та 87% для Inception-ResNetV2.
Аббас [36]	Особливості CNN попередньо навчених моделей на ImageNet and ResNet + Decompose, Transfer and Compose (DeTraC) для класифікації рентгенівських зображень грудної клітини COVID-19.	180 зразки нормальних CXR (з 4020 х 4892 пікселів) Японського товариства радіологічних технологій (JSRT) + Коен JP.	Висока точність 95,12% (з чутливістю 97,91%, специфічністю 91,87% та точністю 93,36%).

Ці моделі пройшли навчання з випадків COVID-19, надані доктором Коеном та доктором Розброк [11].

Найкраща комбінація моделей має показники F1 0,89 та 0,91 для нормальних випадків та випадків COVID-19. Аналогічним чином, Аббас [36] запропонував підхід декомпозиція – передача – композиція «DeTraC» для класифікації рентгенівських зображень COVID-19.

Три рентгенограми грудної клітки, вибрані з щоденних рентгенограм грудної клітки, отриманих в одного пацієнта подано на рисунку 2.5.

Консолідація в правій нижній зоні продовжується до четвертого дня з новими консолідаційними змінами в правій периферії середньої зони та перихілярній області.

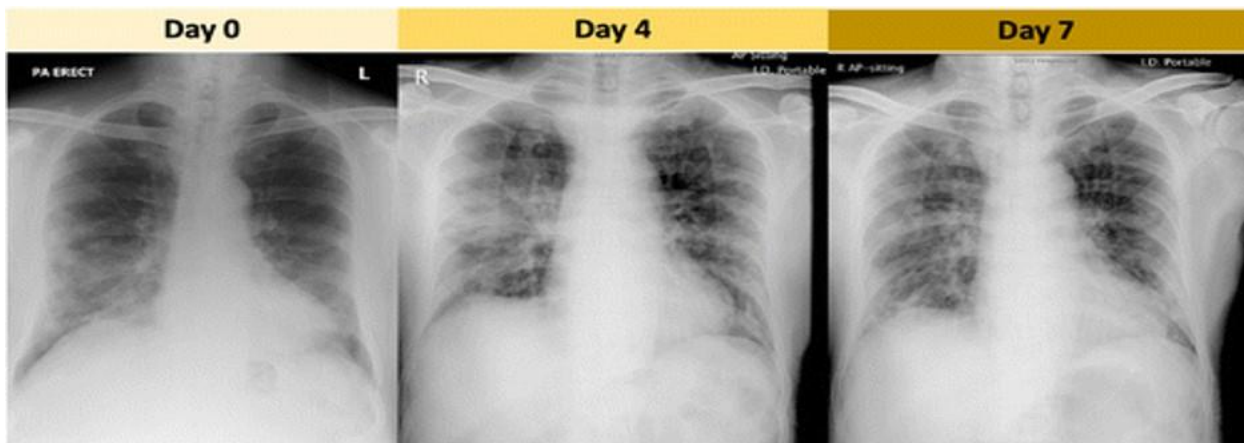


Рисунок 2.5 – Рентгенограми грудної клітини пацієнта літнього віку з Уханя, Китай, який подорожував до Гонконгу, Китай.

Зображення адаптоване за [32]. Карта активації класів «СAM» [37], кероване зворотне розповсюдження, керований градієнт радієнти (див. рисунок 2.6) щоб показати функції на CSR-зображеннях.

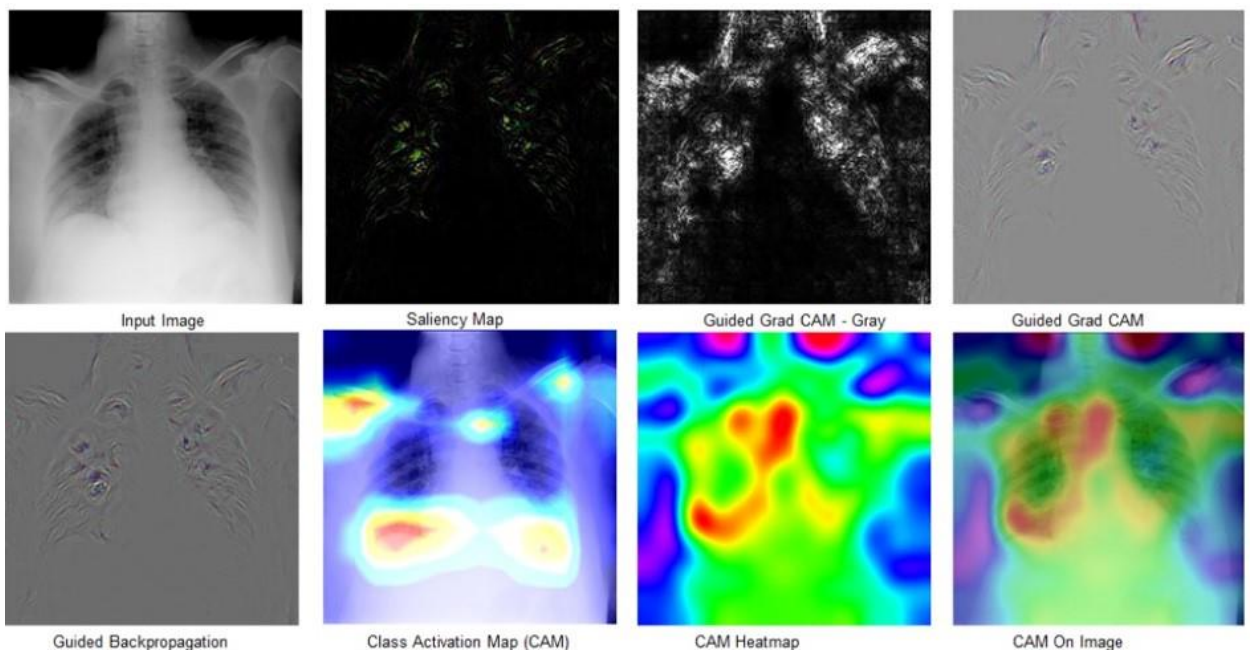


Рисунок 2.6 – Візуалізації, показані за допомогою різних карт виокремлення, які забезпечують додаткове розуміння діагнозу. Адаптовано з [38]

Модель BCCN була навчена на 68 рентгенологічних знімках легень із задньо-передньою (ПА) хворобами COVID-19 із сховища доктора Джозефа

Коена [11], доповнених набором даних за допомогою рентгенівських знімків грудної клітки Кагле (Пневмонія) від здорових пацієнтів. Він досяг 88,39% точності на доступному наборі даних.

#### **2.4 Дослідження систем комп'ютерного зору для профілактики та контролю вірусних захворювань**

ВООЗ надала деякі вказівки щодо стратегій запобігання та боротьби з вірусними інфекціями для використання при підозрі на зараження новим коронавірусом. Основні стратегії щодо обмеження передачі в медичних закладах включають раннє розпізнавання та контроль джерела, застосовуючи стандартні заходи безпеки для всіх пацієнтів, впровадження додаткових емпіричних запобіжних заходів, зокрема повітряно-крапельні заходи у випадку підозр на інфікування COVID-19 [39], здійснення адміністративного, екологічного та інженерного контролю.

Використання масок або захисних засобів для обмеження поширення вірусу було стратегією, визначеною на ранній стадії прогресування захворювання. Системи, засновані на комп'ютерному зорі, значно полегшили таке впровадження (див. таблицю 2.3).

Чжунюань [14] запропонував підхід до розпізнавання обличчя із замаскованим обличчям із використанням багатогранулярної моделі розпізнавання обличчя, що маскує, що призводить до 95% точності набору даних зображень із замаскованими особами. Дані були оприлюднені для дослідження та забезпечують три типи наборів даних замаскованих облич, зокрема набір даних розпізнавання обличчя в масках «MFDD» [40], набір даних розпізнавання обличчя в масках «RMFRD» та модельований набір даних розпізнавання обличчя в масці «SMFRD» [41].

Таблиця 2.3 – Наукові роботи щодо профілактики та контролю інфікованих громадян

Дослідження	Профілактика проти методології	Впровадження / Набір даних	Продуктивність
Чжунюань [14]	Розпізнавання обличчя в масці на основі глибокого навчання.	Набір даних маска-обличчя з реального світу.	Розроблена модель розпізнавання обличчя з маскогранулярністю досягає 95% точності.
Чіу [42]	Інфрачервона термографія: скринінг масової лихоманки.	72 327 пацієнтів або відвідувачів через єдиний вхід, де працювала термографічна станція.	Протягом місяця сто п'ять пацієнтів або відвідувачів були ідентифіковані завдяки термографічному виявленню лихоманки.

Інфрачервону термографію рекомендували як стратегію раннього виявлення інфікованих людей, зокрема серед пасажирів в аеропортах. Вичерпний огляд медичного застосування інфрачервоної термографії подано Лахірі [14], включаючи скринінг на лихоманку. Сомбонкаєв [43] запропонував мобільну платформу для автоматичної системи скринінгу лихоманки на основі інфрачервоного детектування температури чола.

Кращі практики стандартизованої роботи та тестування інфрачервоних термографів, призначених для скринінгу лихоманки, обговорюються Гасемі [44]. Негіші [45] запропонував систему скринінгу інфекцій за допомогою

термографії та камери з хорошою стійкістю та швидкістю для безконтактного вимірювання життєвих знаків за допомогою відповідності характеристик та спеціалізованого алгоритму. Чіу [42] запропонував комп'ютерні системи зору, які допомагають при скринінгу лихоманки, який застосовувався при попередженні спалахів ГРВІ. За досліджуваний період 72 327 пацієнтів та відвідувачів пройшли через вхід, де працювала термографічна станція (див. рисунок 2.7).

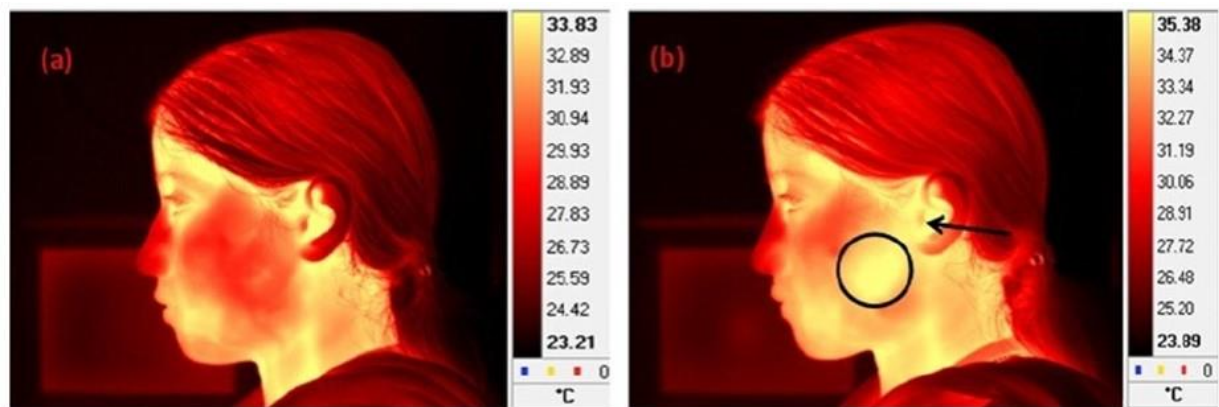


Рисунок 2.7 – Перевірка температури в процесі з використанням теплових зображень суб'єкта, який розмовляє з використанням мобільного телефону, а – через 1 хв, б – через 15 хв розмови

Через 15 хв розмови температура оточуючої області зросла з 30,56 до 35,15 С, тоді як температура області вуха (позначена стрілкою) зросла від 33,35 до 34,82 ° С. Подібну систему можна використовувати для скринінгу лихоманки.

Варті уваги додаткові різні підходи щодо запобігання та контролю. Прикладом є безпілотні літальні апарати, що використовують дистанційне зондування та цифрові зображення, які рекомендовані для ідентифікації інфікованих людей. Аль-Наджі та ін. [46] використовували таку систему для віддаленого моніторингу ознак життя в управлінні катастрофами. Застосування полягає у використанні керованого зором управління робота для розпізнавання та маніпулювання 3D-об'єктами.

3D-моделювання та принтери допомагають підтримувати постачання медичного обладнання. Пірс [47] обговорює тривимірні принтери класу RepRap та мікроконтролери з відкритим кодом. Застосування актуальні, оскільки масово розподілене виробництво вентиляторів має потенціал для подолання нестачі медичних запасів.

Сканування мікробів є важливим кроком проти боротьби з COVID-19. Хей [48] запропонував згорткову нейронну мережу для сканування мікробів та ідентифікації бактерій.

## **2.5 Дослідження систем комп'ютерного зору для клінічного лікування та спостереження**

На даний час не існує специфічного лікування захворювання, спричиненого вірусом COVID-19. Однак багато симптомів можна лікувати, а отже, лікування залежатиме від клінічного стану пацієнта. Практику клінічного спостереження можна вдосконалити за допомогою методів класифікації пацієнтів на основі тяжкості захворювання та надання їм негайної медичної допомоги. Завдяки мультидисциплінарному характеру комп'ютерного зору, він має потенціал для підтримки різних команд, які в даний час працюють над створенням вакцини проти COVID-19, а також для ведення клінічного управління.

Невід'ємною частиною боротьби з вірусом є клінічне спостереження, яке можна здійснювати для виявлення пацієнтів, які перебувають у важкому стані, щоб вони негайно отримали медичну допомогу або підтримку ШВЛ.

Оцінка прогресування захворювання рекомендується для класифікації різних типів інфікованих пацієнтів у [49]. Вона називається коронарним балом (див. рисунок 2.8) і обчислюється шляхом вимірювання заражених ділянок та тяжкості захворювання на КТ-зображеннях.

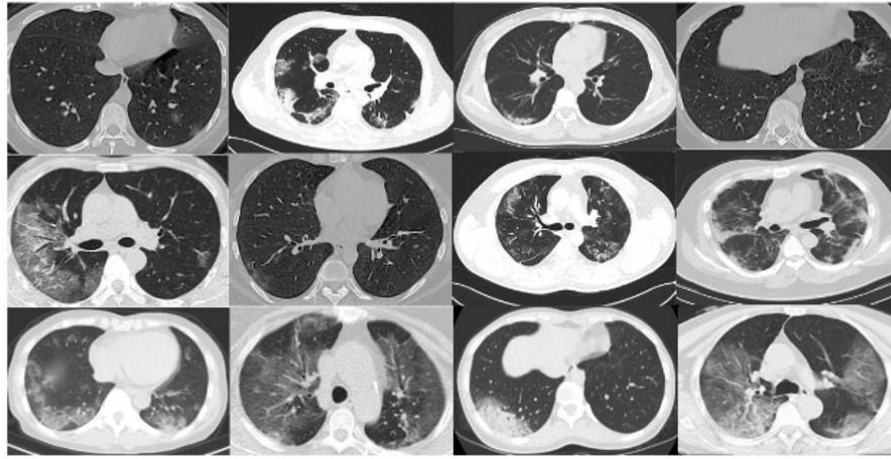


Рисунок 2.8 – Коронний бал, який розраховується шляхом вимірювання заражених ділянок та тяжкості захворювання на КТ-зображеннях.

Він може бути використаний для виявлення пацієнтів, які перебувають у важкому стані, щоб негайно отримати медичну допомогу. Зображення адаптоване за [49]. Відповідна шкала вимірює прогресування пацієнтів з часом, і вона обчислюється за допомогою об'ємного підсумовування мережових карт активації (див. рисунок 2.9).

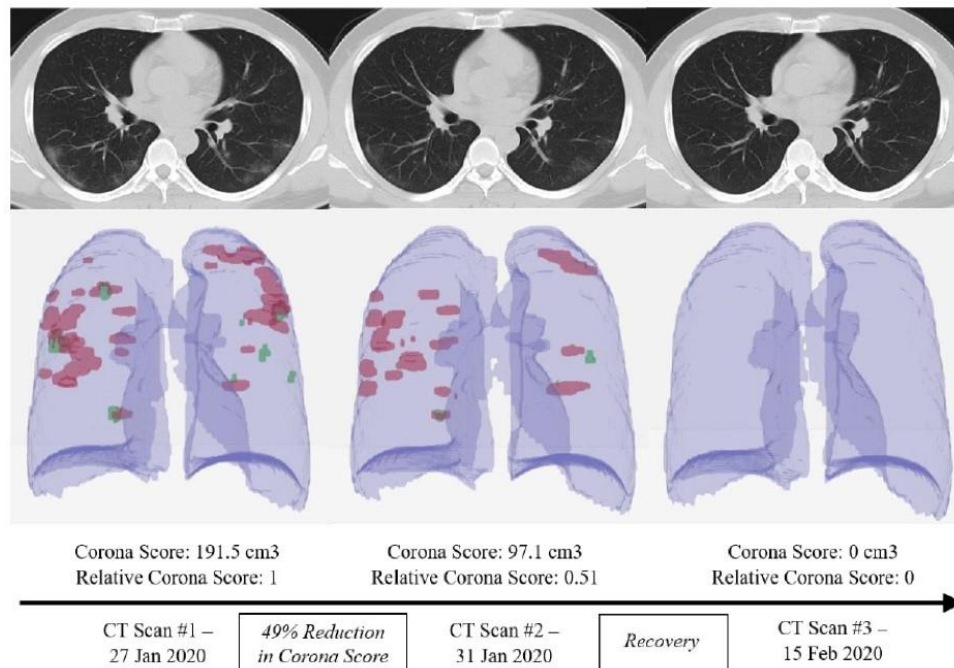


Рисунок 2.9 – Шкала коронного балу. Зображення адаптоване з [49]



Макларен [50] підтверджує, що рентгенологічні дані також можуть бути важливим інструментом для розрізнення важких хворих. Ван [51] використав спеціалізовану камеру та глибоке навчання як ненормальний класифікатор дихальних закономірностей, який може сприяти широкомасштабному скринінгу людей, заражених вірусом, точно і ненав'язливо. Спочатку пропонується модель імітації дихання (RSM), щоб заповнити прогалину між великою кількістю навчальних даних та дефіцитними реальними даними. Вони запропонували нейромережу GRU з двонаправленими механізмами та механізмами уваги «BI-AT-GRU» для класифікації шести клінічно значущих респіраторних моделей, зокрема «Eupnea», «Tachypnea», «Bradypnea», «Biots», «Cheyne-Stokes» та «Central-Apnea» для виявлення важкохворих пацієнтів. Запропонована модель може класифікувати дихальні картини з точністю та F1 – 94,5% – 94,4% та 95,1% – 94,8%, відповідно.

Глікопротеїн «CoV spike (S)» є ключовою мішенню для вакцин, терапевтичних антитіл та діагностики, яка може керувати майбутніми рішеннями. Вірус зв'язується з клітинами-господарями через його тримеричний спайковий глікопротеїн.

Використовуючи біофізичні аналізи, Брапп [52] показав, що цей білок пов'язується щонайменше в десять разів міцніше, ніж відповідний спайковий білок важкого гострого респіраторного синдрому SARS-CoV із їх загальним рецептором клітини-господаря (див. таблицю 2.4). Ці дослідження дають цінну інформацію для керівництва розробкою медичних контрзаходів для 2019-nCoV.

Кількісний аналіз взаємозв'язку структура-активність «QSAR» має перспективи щодо відкриття та токсикології ліків [53]. Він використовує структурні, квантово-хімічні та фізико-хімічні особливості, розраховані на основі молекулярної геометрії, як пояснювальні змінні, що передбачають фізіологічну активність.

Таблиця 2.4 – Наукові роботи щодо питань спостереження та лікування вірусних захворювань

Дослідження	Методика лікування або управління	Наслідки
Врапп [76]	Використовуючи біофізичні аналізи, продемонстровано, що білок зв'язується щонайменше в 10 разів міцніше, ніж відповідний спайковий білок важкого гострого респіраторного синдрому SARS-CoV із загальним рецептором клітини-господаря.	Вірус зв'язується з клітинами хазяїна завдяки своєму тримеричному спайковому глікопротеїну. Була вивчена структура кріоелектронної мікроскопії з роздільною здатністю ангстрему з тримером 2019-nCoV у конфузії. Ці дослідження представляють цінність як інформація для керівництва розробкою медичних контрзаходів для 2019-nCoV.
Гозес [29]	Коронний бал для моніторингу та скринінгу прогресування захворювання пацієнта	Базувався на розробці набору даних КТ-зображень, наданого «ChainZ» ( <a href="http://www.ChainZ.cn">www.ChainZ.cn</a> ), а оцінка «Corona» використовувалася для скринінгу критично хворих пацієнтів.

Навчання з глибоким представленням характеристик може бути використано для аналізу «QSAR», включаючи 360° зображення молекулярних конформацій у глибоке навчання.

Усов [54] запропонував аналіз «QSAR» – кількісну структуру активності, з використанням глибокого навчання на основі нової техніки

введення молекулярних зображень. Зазначені методи можна використовувати для пошуку ліків оскільки вони можуть відкрити шлях для розроблення вакцин. Водночас він може бути використаний для виявлення пацієнтів, які перебувають у важкому стані, щоб негайно отримати медичну допомогу.

## **2.6 Висновок до другого розділу**

В другому розділі кваліфікаційної роботи описано діагностику та прогноз вірусних захворювань. Проведено дослідження систем комп'ютерного зору для КТ. Описано дослідження систем комп'ютерного зору для СХР. Висвітлено дослідження систем комп'ютерного зору для профілактики та контролю вірусних захворювань. Розглянуто дослідження систем комп'ютерного зору для клінічного лікування та спостереження.

## **3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **3.1 Надзвичайні ситуації екологічного характеру**

Екологія – наука про умови існування живих організмів, їх взаємодіях між собою і навколишнім середовищем [55].

Внаслідок людської діяльності (антропогенні фактори) сьогодні виникли такі екологічні проблеми:

- потепління клімату (в результаті парникового ефекту) і прискорення процесу підйому рівня Світового океану;
- виснаження озонового шару атмосфери землі, що затримує згубне для всього живого ультрафіолетове випромінювання;
- інтенсивне опустелювання і збезлісення планети, особливо в Азії та Африці;
- інтенсивне забруднення Світового океану через розробки морських родовищ нафти і промислових стоків в океан;
- зниження кисню в атмосфері;
- хімічне і радіаційне забруднення, які підривають імунну систему живих організмів;
- деградація ґрунту (ерозія, засолення) тощо.

Зміна стану (забруднення) атмосферного повітря – будь-яка зміна його складу і властивостей, який чинить негативний вплив на здоров'я людини і тварин, стан рослин і екосистем. Воно може бути природним і антропогенним – техногенним.

Антропогенне забруднення пов'язано з викидом забруднюючих речовин в результаті діяльності людини. За масштабами воно значно перевершує природне забруднення повітря і може бути місцевим, яке характеризується підвищеним вмістом забруднюючих речовин на невеликих територіях – місто, промисловий район тощо, регіональним – коли під вплив

потрапляють великі простори планети, і глобальним – в результаті якого відбуваються зміни у всій атмосфері. Головні антропогенні забруднювачі атмосферного повітря, на частку яких припадає близько 98% у загальному обсязі викидів шкідливих речовин, це – діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ), діоксид азоту ( $\text{NO}_2$ ), оксид вуглецю ( $\text{CO}$ ) і тверді частинки.

В даний час основний внесок у забруднення атмосферного повітря на території України вносять наступні галузі: теплоенергетика – теплові та атомні електростанції, промислові та міські котельні тощо, автотранспорт, підприємства чорної і кольорової металургії, нафтовидобутку і нафтохімії, машинобудування, виробництво будівельних матеріалів та ін .

У процесі спалювання твердого або рідкого палива в атмосферу виділяється дим, що містить продукти повного – діоксид вуглецю і пари води і неповного згоряння – оксиди вуглецю, сірки, азоту, вуглеводні та ін. Найбільш екологічне газове паливо, яке в три рази менше забруднює атмосферне повітря, ніж мазут, і в п'ять разів менше, ніж вугілля. Ще більш екологічні в період безаварійної роботи АЕС, які, тим не менш, забруднюють атмосферу радіоактивним йодом, радіоактивними інертними газами та аерозолями.

Потреби в чистій воді постійно зростають і одна з небезпек – вичерпання її запасів. Прісні водойми забруднюються стічними водами і викидами промислових підприємств, що робить їх непридатними для використання. До числа сильно забруднених відносяться багато ріки – Рейн, Дунай, Сена, Темза, Тібр, Міссісіпі, Огайо, Волга, Дніпро, Дон, Дністер, Ніл, Ганг тощо. Зростає і забруднення Світового океану хімічними та комунальними стоками, нафтою при аваріях нафтоналивних танкерів, нафтовидобувних свердловин. Викликають побоювання поховання ядерних відходів на дні морів. Значні скупчення таких джерел знаходяться в Баренцевому, Карському, Японському морях.

### 3.2 Долікарська допомога при шоку

Травматичний шок – складний патогенний процес, що виникає внаслідок важкої механічної травми, опіку і характеризується порушенням функцій життєво важливих органів та систем організму [56]. При комбінованих хімічно-радіаційних ушкодженнях, опіках тканин і органів травматичний шок спостерігається у 30% потерпілих. В генезі травматичного шоку першочергову роль відіграють такі чинники: втрата крові і біль, розлад дихання, порушення процесів метаболізму, інтоксикація організму недоокисненими продуктами обміну речовин внаслідок руйнування тканин.

Чинники, які сприяють розвитку шоку запізніле і неповноцінне надання долікарської допомоги, вторинна травматизація в процесі транспортування в лікарню, повторна втрата крові, переохолодження або перегрівання, фізично-емоційне перенапруження, стреси, тривале недоїдання та зневоднення організму тощо.

При пораненнях зміни виникають у підкіркових утвореннях великого мозку та в системі периферійного кровообігу (перерозподіл крові, яка забезпечує життєдіяльність органів, передусім серця і мозку). Розвиваються циркулярна гіпотонія, спазм посткапілярних венул (випотіває плазма в позаклітинний простір), набряк і згущення крові. Знижується венозний тиск, слабнуть нирки, печінка, легені, відбувається тромбоутворення, розвиток незворотних змін в органах. Травма кишечника призводить до інтоксикації організму, ускладнюється стан пораненого, спостерігається розлад дихання і кровообігу. Порушується функція нервової системи. Шок має дві фази: еретильну і торпедну.

Еретильна фаза шоку супроводжується збудженням, надмірною рухливістю. Мова уривчаста, погляд неспокійний, шкірний покрив блідий, іноді виникає гіперемія (різке потовиділення), пульс відхилений від норми —

сповільнений або прискорений (100 пульсацій за 1 хвилину). Дихання часте, поверхнєве.

Торпідна фаза шоку – фаза пригнічення. Розрізняють 4 ступеня:

I ступінь (легка форма шоку). Це результат ізольованих уражень середньої важкості та втрати 500 – 1000 мл. крові, стан помірнього психічного гальмування, блідий шкірний покрив, артеріальний тиск 100 – 95 мм. рт. ст. Прогноз сприятливий.

II ступінь – середня важкість шоку, численні ушкодження тіла, втрата крові до 1000 – 1500 мл, стан важкий, хоч орієнтація і свідомість не втрачені, шкіра бліда, губи ціанотичні, психічна загальмованість, пульс – 110 — 130 пульсацій за 1 хвилину, тиск – 90 – 75 мм рт. ст., нестійкий, прогноз сприятливий при проведенні протишокової терапії.

III ступінь – важкий шок, виникає при важких ушкодженнях грудної клітки, черевної порожнини. Крововтрата – 2000 мл., стан важкий, виражена психічна загальмованість, іноді ступор. Шкіра бліда, ціанотична, пітніє, слизові оболонки сухі, гіпотермія, гіподинамія, зниження сухожильних рефлексів, розлад у роботі нирок, сечовиділення, пульс – 120-160 пульсацій за 1 хвилину, тиск – 75 мм рт. ст., дихання поверхнєве, без протишовкових заходів прогноз несприятливий.

VI ступінь – термітний стан (передагональний, агональний та клінічна смерть) вкрай важкий для потерпілого. Втрата свідомості, шкіра холодна, трупна, ціанотична, вкрита липким холодним потом, зіниці розширені, не реагують на світло, пульс не промацується, крайній ступінь шоку веде до клінічної смерті.

### **3.3 Висновок до третього розділу**

В третьому розділі кваліфікаційної роботи описано надзвичайні ситуації екологічного характеру та долікарську допомогу при шоку.

## ВИСНОВКИ

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр»:

- Подано аналіз предметної області.
- Висвітлена історія розвитку коронавірусів.
- Досліджені ключові сфери досліджень в галузі комп'ютерного зору.
- Описано поширені на даний час БД та ресурси. Зокрема подано опис

БД КТ-зображень і рентгенівських знімків та БД інших зображень.

В другому розділі кваліфікаційної роботи:

- Описано діагностику та прогноз вірусних захворювань.
- Проведено дослідження систем комп'ютерного зору для КТ.
- Описано дослідження систем комп'ютерного зору для СХР.
- Висвітлено дослідження систем комп'ютерного зору для

профілактики та контролю вірусних захворювань.

– Розглянуто дослідження систем комп'ютерного зору для клінічного лікування та спостереження.

У розділі «Безпека життєдіяльності, основи хорони праці» описано надзвичайні ситуації екологічного характеру та долікарську допомогу при шоку.



## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

- 1 Oleksii Duda, Liliana Dzhydzhora, Oleksandr Matsiuk, Andrii Stanko, Nataliia Kunanets, Volodymyr Pasichnyk, Oksana Kunanets. Mobile Information System for Monitoring the Spread of Viruses in Smart Cities. SISN. 2020; Volume 8: pp. 65 - 70.
- 2 Yu Chen, Qianyun Liu, and Deyin Guo. Emerging coronaviruses: genome structure, replication, and pathogenesis. *Journal of medical virology*, 92(4):418–423, 2020.
- 3 Junfeng Gao, Yong Yang, Pan Lin, and Dong Sun Park. Computer vision in healthcare applications. *Journal of healthcare engineering*, 2018, 2018.
- 4 Coronavirus research is being published at a furious pace. URL: <https://www.economist.com/graphic-detail/2020/03/20/coronavirus-research-is-being-published-at-a-furiouspace>.
- 5 David S Hui, Esam I Azhar, Tariq A Madani, Francine Ntoumi, Richard Kock, Osman Dar, Giuseppe Ippolito, Timothy D Mchugh, Ziad A Memish, Christian Drosten, et al. The continuing 2019-ncov epidemic threat of novel coronaviruses to global health—the latest 2019 novel coronavirus outbreak in wuhan, china. *International Journal of Infectious Diseases*, 91:264, 2020.
- 6 Duda, O., Pasichnyk, V., Kunanets, N., Antonii, R., & Matsiuk, O. (2020, September). Multidimensional Representation of COVID-19 Data Using OLAP Information Technology. In 2020 IEEE 15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT) (Vol. 2, pp. 277-280). IEEE.
- 7 Duda O., Kunanets N., Matsiuk O., Pasichnyk V., Rzhеuskyi A. (2021) Aggregation, Storing, Multidimensional Representation and Processing of COVID-19 Data. In: Shakhovska N., Medykovsky M.O. (eds) Advances in Intelligent Systems and Computing V. CSIT 2020. Advances in Intelligent

Systems and Computing, vol 1293, pp 875-889. Springer, Cham. ISBN978-3-030-63270-0.

8 WHO Director-General's Opening Remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020. URL : (<https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-atthe-media-briefing-on-covid-19—11-march-2020>).

9 Jinyu Zhao, Yichen Zhang, Xuehai He, and Pengtao Xie. Covid-ct-dataset: a ct scan dataset about covid-19. *arXiv preprint arXiv:2003.13865*, 2020.

10 Muhammad EH Chowdhury, Tawsifur Rahman, Amith Khandakar, Rashid Mazhar, Muhammad Abdul Kadir, Zaid Bin Mahbub, Khandakar R Islam, Muhammad Salman Khan, Atif Iqbal, Nasser Al-Emadi, et al. Can ai help in screening viral and covid-19 pneumonia? *arXiv preprint arXiv:2003.13145*, 2020.

11 Joseph Paul Cohen, Paul Morrison, and Lan Dao. Covid-19 image data collection. *arXiv preprint arXiv:2003.11597*, 2020.

12 Linda Wang and Alexander Wong. Covid-net: A tailored deep convolutional neural network design for detection of covid-19 cases from chest radiography images. *arXiv preprint arXiv:2003.09871*, 2020.

13 Xiaosong Wang, Yifan Peng, Le Lu, Zhiyong Lu, Mohammadhadi Bagheri, and Ronald M Summers. Chestxray8: Hospital-scale chest x-ray database and benchmarks on weakly-supervised classification and localization of common thorax diseases. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, pages 2097–2106, 2017.

14 Zhongyuan Wang, Guangcheng Wang, Baojin Huang, Zhangyang Xiong, Qi Hong, Hao Wu, Peng Yi, Kui Jiang, Nanxi Wang, Yingjiao Pei, et al. Masked face recognition dataset and application. *arXiv preprint arXiv:2003.09093*, 2020.

15 Navdeep Kanwal, Akshay Girdhar, and Savita Gupta. Region based adaptive contrast enhancement of medical x-ray images. In *2011 5th International*

*Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering*, pages 1–5. IEEE, 2011.

16 Duda, O., et al, Selection of Effective Methods of Big Data Analytical Processing in Information Systems of Smart Cities. *CEUR Workshop Proceedings* 2631, pp. 68-78. 2020.

17 Wenling Wang, Yanli Xu, Ruqin Gao, Roujian Lu, Kai Han, Guizhen Wu, and Wenjie Tan. Detection of sars-cov-2 in different types of clinical specimens. *Jama*, 2020.

18 Chen Chen, Guiju Gao, Yanli Xu, Lin Pu, Qi Wang, Liming Wang, Wenling Wang, Yangzi Song, Meiling Chen, Linghang Wang, et al. Sars-cov-2–positive sputum and feces after conversion of pharyngeal samples in patients with covid-19. *Annals of Internal Medicine*, 2020.

19 Tao Ai, Zhenlu Yang, Hongyan Hou, Chenao Zhan, Chong Chen, Wenzhi Lv, Qian Tao, Ziyong Sun, and Liming Xia. Correlation of chest ct and rt-pcr testing in coronavirus disease 2019 (covid-19) in china: a report of 1014 cases. *Radiology*, page 200642, 2020.

20 Computed Tomography (CT) – Chest. <https://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=chestct/>.

21 Yan Li and Liming Xia. Coronavirus disease 2019 (covid-19): Role of chest ct in diagnosis and management. *American Journal of Roentgenology*, pages 1–7, 2020.

22 Rong Chen, Jun Chen, and Qing-tao Meng. Chest computed tomography images of early coronavirus disease (covid-19). *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d’anesthésie*, pages 1–2, 2020.

23 Xiaohu Li, Xiaosong Zeng, Bin Liu, and Yongqiang Yu. Covid-19 infection presenting with ct halo sign. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*, 2(1):e200026, 2020.

24 Jun Chen, Lianlian Wu, Jun Zhang, Liang Zhang, Dexin Gong, Yilin Zhao, Shan Hu, Yonggui Wang, Xiao Hu, Biqing Zheng, et al. Deep learning-

based model for detecting 2019 novel coronavirus pneumonia on high-resolution computed tomography: a prospective study. *medRxiv*, 2020.

25 Xiaowei Xu, Xiangao Jiang, Chunlian Ma, Peng Du, Xukun Li, Shuangzhi Lv, Liang Yu, Yanfei Chen, Junwei Su, Guanqing Lang, et al. Deep learning system to screen coronavirus disease 2019 pneumonia. *arXiv preprint arXiv:2002.09334*, 2020.

26 Lin Li, Lixin Qin, Zeguo Xu, Youbing Yin, Xin Wang, Bin Kong, Junjie Bai, Yi Lu, Zhenghan Fang, Qi Song, et al. Artificial intelligence distinguishes covid-19 from community acquired pneumonia on chest ct. *Radiology*, page 200905, 2020.

27 Lucia JM Kroft, Levinia van der Velden, Irene Herna'ndez Giro'n, Joost JH Roelofs, Albert de Roos, and Jacob Geleijns. Added value of ultra-low-dose computed tomography, dose equivalent to chest x-ray radiography, for diagnosing chest pathology. *Journal of thoracic imaging*, 34(3):179, 2019.

28 Paola Pisani, Maria Daniela Renna, Francesco Conversano, Ernesto Casciaro, Maurizio Muratore, Eugenio Quarta, Marco Di Paola, and Sergio Casciaro. Screening and early diagnosis of osteoporosis through x-ray and ultrasound based techniques. *World journal of radiology*, 5(11):398, 2013.

29 Mugahed A Al-antari, Mohammed A Al-masni, Mun-Taek Choi, Seung-Moo Han, and Tae-Seong Kim. A fully integrated computer-aided diagnosis system for digital x-ray mammograms via deep learning detection, segmentation, and classification. *International journal of medical informatics*, 117:44–54, 2018.

30 Michael A Speidel, Brian P Wilfley, Josh M Star-Lack, Joseph A Heanue, and Michael S Van Lysel. Scanningbeam digital x-ray (sbdx) technology for interventional and diagnostic cardiac angiography. *Medical physics*, 33(8):2714–2727, 2006.

31 Jeffrey W Eberhard, Rudolph Koegl, and John P Keaveney. Adaptive enhancement of x-ray images, July 17 1990. US Patent 4,942,596.

32 Ming-Yen Ng, Elaine YP Lee, Jin Yang, Fangfang Yang, Xia Li, Hongxia Wang, Macy Mei-sze Lui, Christine Shing-Yen Lo, Barry Leung, Pek-Lan Khong, et al. Imaging profile of the covid-19 infection: radiologic findings and literature review. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*, 2(1):e200034, 2020.

33 Muhammad Farooq and Abdul Hafeez. Covid-resnet: A deep learning framework for screening of covid19 from radiographs. *arXiv preprint arXiv:2003.14395*, 2020.

34 Guszt'av Ga'al, Bal'azs Maga, and Andr'as Luk'acs. Attention u-net based adversarial architectures for chest x-ray lung segmentation. *arXiv preprint arXiv:2003.10304*, 2020.

35 Ali Narin, Ceren Kaya, and Ziyne Pamuk. Automatic detection of coronavirus disease (covid-19) using x-ray images and deep convolutional neural networks. *arXiv preprint arXiv:2003.10849*, 2020.

36 Asmaa Abbas, Mohammed M Abdelsamea, and Mohamed Medhat Gaber. Classification of covid-19 in chest x-ray images using detrac deep convolutional neural network. *arXiv preprint arXiv:2003.13815*, 2020.

37 Ramprasaath R Selvaraju, Michael Cogswell, Abhishek Das, Ramakrishna Vedantam, Devi Parikh, and Dhruv Batra. Grad-cam: Visual explanations from deep networks via gradient-based localization. In *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, pages 618–626, 2017.

38 Biraja Ghoshal and Allan Tucker. Estimating uncertainty and interpretability in deep learning for coronavirus (covid-19) detection. *arXiv preprint arXiv:2003.10769*, 2020.

39 Duda, O., Kuanets, N., Martsenko, S., Matsiuk, O., Pasichnyk, V., Building secure Urban information systems based on IoT technologies. CEUR Workshop Proceedings 2623, pp. 317-328. 2020.

40 Yuan.Feng. Open source face mask detection data + model + code + online web experience, all open source, 2020. URL : [https://zhuanlan.zhihu.com/p/107719641?utm\(%\)20source=com.yinxiang](https://zhuanlan.zhihu.com/p/107719641?utm(%)20source=com.yinxiang).

41 Dlib c++ library, 2019. URL: <http://dlib.net/>.

42 WT Chiu, PW Lin, H.Y. Chiou, W.S. Lee, C.N. Lee, Y.Y. Yang, H.M. Lee, M.S. Hsieh, CJ Hu, Y.S. Ho, W.P. Deng, and C.Y. Hsu. Infrared thermography to mass-screen suspected sars patients with fever. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 17(1):26–28, 2005. PMID: 16044829.

43 A. Somboonkaew, P. Prempre, S. Vuttivong, J. Wetcharungsri, S. Porntheeraphat, S. Chanhorm, P. Pongsoon, R. Amarit, Y. Intaravanne, K. Chaitavon, and S. Sumriddetchkajorn. Mobile-platform for automatic fever screening system based on infrared forehead temperature. In *2017 Opto-Electronics and Communications Conference (OECC) and Photonics Global Conference (PGC)*, pages 1–4, 2017.

44 Pejman Ghassemi, T. Joshua Pfefer, Jon P. Casamento, Rob Simpson, and Quanzeng Wang. Best practices for standardized performance testing of infrared thermographs intended for fever screening. *PLOS ONE*, 13(9):1–24, 09 2018.

45 T. Negishi, G. Sun, S. Sato, H. Liu, T. Matsui, S. Abe, H. Nishimura, and T. Kirimoto. Infection screening system using thermography and ccd camera with good stability and swiftness for non-contact vital-signs measurement by feature matching and music algorithm. In *2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, pages 3183–3186, 2019.

46 Ali Al-Naji, Asanka G Perera, Saleem Latteef Mohammed, and Javaan Chahl. Life signs detector using a drone in disaster zones. *Remote Sensing*, 11(20):2441, 2019.

47 Joshua M Pearce. A review of open source ventilators for covid-19 and future pandemics. *F1000Research*, 9(218):218, 2020.

48 Edouard A Hay and Raghuveer Parthasarathy. Performance of convolutional neural networks for identification of bacteria in 3d microscopy datasets. *PLoS computational biology*, 14(12):e1006628, 2018.

49 Ophir Gozes, Maayan Frid-Adar, Hayit Greenspan, Patrick D Browning, Huangqi Zhang, Wenbin Ji, Adam Bernheim, and Eliot Siegel. Rapid ai development cycle for the coronavirus (covid-19) pandemic: Initial results for automated detection & patient monitoring using deep learning ct image analysis. *arXiv preprint arXiv:2003.05037*, 2020.

50 Graeme Maclaren, Dale Fisher, and Daniel Brodie. Preparing for the most critically ill patients with covid-19: the potential role of extracorporeal membrane oxygenation. *Jama*, 2020.

51 Yunlu Wang, Menghan Hu, Qingli Li, Xiao-Ping Zhang, Guangtao Zhai, and Nan Yao. Abnormal respiratory patterns classifier may contribute to large-scale screening of people infected with covid-19 in an accurate and unobtrusive manner, 2020.

52 Daniel Wrapp, Nianshuang Wang, Kizzmekia S. Corbett, Jory A. Goldsmith, Ching-Lin Hsieh, Olubukola Abiona, Barney S. Graham, and Jason S. McLellan. Cryo-em structure of the 2019-ncov spike in the prefusion conformation. *Science*, 367(6483):1260–1263, 2020.

53 Roger Perkins, Hong Fang, Weida Tong, and William J Welsh. Quantitative structure-activity relationship methods: Perspectives on drug discovery and toxicology. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 22(8):1666–1679, 2003.

54 Yoshihiro Uesawa. Quantitative structure–activity relationship analysis using deep learning based on a novel molecular image input technique. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 28(20):3400–3403, 2018.

55 НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО ХАРАКТЕРУ. [https://stud.com.ua/32757/bzhd/nadzvichayni\\_situatsiyi\\_ekologichnogo\\_harakteru](https://stud.com.ua/32757/bzhd/nadzvichayni_situatsiyi_ekologichnogo_harakteru).

56 ПЕРША МЕДИЧНА ДОПОМОГА ПРИ ЗАХВОРЮВАННЯХ, ТРАВМАХ ТА В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ. Долікарська допомога при шоку. <https://subject.com.ua/safety/bezpeka/88.html>.