

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

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Інформаційно-технологічна платформа для відбору та  
опрацювання даних щодо COVID-19

Виконав: студент VI курсу, групи СНм-61

спеціальності 122 Комп'ютерні науки

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Гніздюх В.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дуда О.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мацюк О.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Гащин Н.Б.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2021

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
1 Титульна сторінка. 2 Тема, Мета, Об'єкт, Предмет дослідження. 3 Завдання дослідження.  
4 Актуальність дослідження. 5 Діаграма діяльності. 6 Структура інформаційно-технологічної платформи. 7 Архітектура інформаційно-технологічної платформи. 8 Структура підсистеми туманної взаємодії. 9 Структура туманного вузла. 10 Модель інформаційно-технологічної Платформи. 11 DFD-модель збирання даних. 12 Вхідні дані для діагностування COVID-19. 13 Симптоми для діагностування COVID-19. 14 Симптоми для діагностування COVID-19. 15. Блок схема робочого процесу. 16 Висновки. 17 Завершальний слайд.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Дмитроца Л.П., доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стадник І.П., професор		

7. Дата видачі завдання 21 вересня 2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	21.10.2020-28.20.2020	Виконано
2.	Підбір наукових джерел про інформаційно-технологічні платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19	29.10.2020-21.11.2020	Виконано
3.	Переклад та опрацювання наукових джерел про інформаційно-технологічні платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19	22.11.2020-21.12.2020	Виконано
4.	Виконання дослідження щодо формування інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19	22.12.2020-10.01.2021	Виконано
5.	Оформлення розділу «Стан досліджень щодо формування інформаційно-технологічних платформ для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19»	11.01.2021-21.02.2021	Виконано
6.	Оформлення розділу «Проектування інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19»	22.02.2021-01.03.2021	Виконано
7.	Оформлення розділу «Моделювання процесів відбору, агрегування та аналітичного опрацювання даних щодо COVID-19»	02.03.2021-11.03.2021	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу «Охорона праці»	12.03.2021-20.03.2021	Виконано
9.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	21.03.201-28.03.2021	Виконано
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	29.03.201-29.04.2021	Виконано
11.	Нормоконтроль	30.04.2021-06.05.2021	Виконано
12.	Перевірка на плагіат	07.05.2021	Виконано
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	10.05.2021	Виконано
14.	Захист кваліфікаційної роботи	25.05.2021	

Студент

(підпис)

Гніздюх В.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Дуда О.М.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Інформаційно-технологічна платформа для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Магістр» // Гніздох Володимир Григорович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНм-61 // Тернопіль, 2020 // С. 71, рис. – 14, табл. – 1, кресл. – 17, додат. – 2, бібліогр. – 81.

Ключові слова: COVID-19, IoT, дані, збирання, зберігання, опрацювання, платформа.

Дипломна робота присв'ячена проєктуванню інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.

В першому розділі дипломної роботи проаналізовано стан досліджень щодо формування інформаційно-технологічних платформ для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.

В другому розділі дипломної роботи виконано проєктування інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.

В третьому розділі дипломної роботи проведено моделювання процесів відбору, агрегування та аналітичного опрацювання даних щодо COVID-19.

Об'єкт дослідження: процеси збирання та опрацювання даних щодо COVID-19.

Предмет дослідження: методи відбору та аналітичного опрацювання даних щодо COVID-19 і засоби їх практичної реалізації.

Мета роботи: підвищення рівня повноти подання інформації щодо COVID-19.

## ANNOTATION

Information-technology platform for COVID-19 data selection and processing // Qualification work of educational level "Master" // Hnizdiukh Volodymyr Hryhorovych // Ternopil Ivan Pulyuy National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science, SNnm-61 group // Ternopil, 2020 // P. 71, fig. - 14, tables - 1, chair - 17, annexes - 2, references - 81.

Keywords: COVID-19, IoT, data, collection, storage, processing, platform.

Thesis is devoted to the design of information technology platform for the selection and processing of data on COVID-19.

The first section of the thesis analyzes the state of research on the formation of information technology platforms for the selection and processing of data on COVID-19.

In the second section of the thesis, the design of an information technology platform for the selection and processing of data on COVID-19.

In the third section of the thesis the modeling of processes of selection, aggregation and analytical processing of data on COVID-19 is carried out.

Object of research: processes of data collection and processing on COVID-19.

Subject of research: methods of selection and analytical processing of data on COVID-19 and means of their practical implementation.

Purpose: to increase the level of completeness of information on COVID-19.

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

API (англ. Application Programming Interface) – Прикладний програмний інтерфейс.

DC (англ. Docker containers) – Docker-контейнери.

Docker – інструментарій для управління ізольованими Linux-контейнерами.

CNN (англ. Convolutional Neural Network) – Згорткова нейронна мережа.

IoT (англ. Internet of Things) – Інтернет речей.

GAN (англ. Generative Adversarial Network) – Генеративна змагальна мережа.

IoMT (англ. Internet of Medical Things) – Інтернет медичних речей.

KPI (англ. Key Performance Indicators) – Ключові показники ефективності.

MIPS (англ. Million Instructions Per Second) – Мільйон інструкцій за секунду.

MIT (англ. Massachusetts Institute of Technology) – Массачусетський технологічний інститут.

MQTT (англ. Message Queue Telemetry Transport) – Спрощений мережевий протокол, що працює на основі TCP/IP. Використовується для обміну повідомленнями між пристроями за принципом видавець-підписник.

RVS (англ. Respiration Variability Spectrogram) – Спектрограма змінності дихання.

SSO (англ. Single sign-on) – Технологія єдиного входу.

QoS (англ. Quality of Service) – Якість обслуговування.

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я.

ОС – Операційна система.

ПЛР – Полімеразна ланцюгова реакція.

ШІ – Штучний інтелект.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
1 СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ВІДБОРУ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ ЩОДО COVID-19.....	10
1.1 Пандемія COVID-19 .....	10
1.2 Огляд стану сучасних досліджень щодо відбору та опрацювання даних про COVID-19 .....	11
1.3 IoT-пристрої для відбору даних щодо COVID-19.....	12
1.4 Комунікаційні мережі в системах відбору та опрацювання відомостей щодо COVID-19 .....	13
1.5 Хмарна інфраструктура .....	14
1.6 IoT-платформи для виявлення та моніторингу COVID-19 .....	17
1.7 Розпізнавання аудіо-даних для виявлення COVID-19.....	18
1.8 Висновок до першого розділу .....	19
2 ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ВІДБОРУ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ ЩОДО COVID-19.....	20
2.1 Проєктування структури інформаційно-технологічної платформи...	20
2.2 Проєктування архітектури інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 ....	22
2.2.1 Рівень застосунків .....	23
2.2.2 Підсистема туманної взаємодії .....	24
2.2.3 Туманні вузли .....	27
2.2.4 Хмарна інфраструктура .....	30
2.3 Моделювання структури класів інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 ....	31
2.4 Висновок до другого розділу .....	39

3	МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВІДБОРУ, АГРЕГУВАННЯ ТА АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ ЩОДО COVID-19.....	40
3.1	Моделювання процесів відбору та агрегування даних щодо COVID-19 .....	40
3.2	Сервісні функціональні набори інформаційно-технологічної платформи.....	45
3.3	Засоби аналітичного опрацювання відомостей щодо COVID-19 .....	46
3.4	Інтеграція засобів аналітичного опрацювання в інформаційно-технологічну платформу .....	49
3.5	Тестові колекції та набори даних .....	53
3.6	Тестування інформаційно-технологічної платформи.....	54
3.7	Висновок до третього розділу .....	54
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	56
4.1	Дії роботодавця в разі виникнення у працівника COVID-19.....	56
4.2	Здоровий спосіб життя людини та його вплив на професійну діяльність .....	59
	ВИСНОВКИ.....	62
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ .....	64
	ДОДАТКИ	



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Внаслідок глобалізації світ стає більш зв'язаним, спричиняючи зростання культурного обміну та торгівлі. Що супроводжується збільшенням комунікації, економічним ростом та зростанням загального рівня безпеки. Як наслідок збільшується суспільна взаємозалежність та зростає загальносвітова швидкість розповсюдження інфекційних захворювань [1]. Станом на кінець січня 2021 року було зареєстровано понад 100 мільйонів підтверджених випадків COVID-19 [2] з моменту його відкриття наприкінці грудня 2019 року. Щодня ці кількості зростає приблизно на 2%. Серед зареєстрованих випадків зафіксовано понад 2,2 мільйони смертей, що становить приблизно 2,15% смертності.

На даний час самим ефективним способом протидії COVID-19 є уповільнення його поширення за допомогою персонального дистанціювання, миття рук та використання індивідуальних засобів захисту обличчя. При цьому інформаційні технології зможуть допомогти уповільнити поширення COVID-19 шляхом раннього виявлення, прогнозування та моніторингу нових випадків захворювання [3]. Тому проєктування та прототипування інформаційно-технологічних платформ для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 є актуальним напрямком сучасних наукових досліджень.

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» є підвищення рівня повноти подання інформації щодо COVID-19. Для досягнення поставленої мети було потрібно виконати наступні завдання:

- Проаналізувати стан досліджень щодо формування інформаційно-технологічних платформ для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.
- Виконати проєктування інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.
- Здійснити моделювання процесів відбору, агрегування та аналітичного опрацювання даних щодо COVID-19.

**Об’єкт дослідження:** процеси збирання та опрацювання даних щодо COVID-19.

**Предмет дослідження:** методи відбору та аналітичного опрацювання даних щодо COVID-19 і засоби їх практичної реалізації.

**Наукова новизна одержаних результатів** кваліфікаційної роботи полягає у тому, що отримав подальший розвиток метод побудови інформаційно-технологічних платформ та систем.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі відомого методу сформовано прототип інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Основні результати проведених досліджень обговорювались на VIII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 2020 р.) та IV міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання».

**Публікації.** Основні результати кваліфікаційної роботи опубліковано у двох працях конференції (Див. додатки А та Б).

**Структура й обсяг кваліфікаційної роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури з 81 найменування та 2 додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 71 сторінку, з них 46 сторінок основного тексту, який містить 14 рисунків та 1 таблицю.

# **1 СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ВІДБОРУ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ ЩОДО COVID-19**

## **1.1 Пандемія COVID-19**

Зараз людство стикнулося з одним з найбільш небезпечних для життя викликів, спричинених появою нової модифікації коронавірусу [4]. Перші підтверджені випадки вірусної пневмонії були датовані в грудні 2019 року в місті Ухань, Китай. Вони були спричинені вірусом, який зараз вразив більше 6 мільйонів громадян у всьому світі [5]. На даний час показники смертності від коронавірусу на 14,36% менші, ніж для інфекційних захворювань попередників. Зокрема показники для ГРВІ менші на 3,4% [6] а для MERS на 9,6% [7]. Характеристики COVID-19 відрізняються швидкістю розповсюдження, тривалим інкубаційним періодом, безсимптомним перебігом хвороби для суперпоширювача, перенесенням повітряно-крапельним шляхом [8]. Завдяки сучасній соціально-демографічній глобалізації та урбанізації зростає мобільність громадян та доступність транспортних послуг та засобів. ВООЗ оголосила COVID-19 глобальною пандемією [9] через масштаби його поширення, вплив та навантаження на систему охорони здоров'я на всіх континентах.

Через швидкий розвиток пандемічної ситуації COVID-19 динамічні механізми сформовані на основі інноваційних інформаційно-технологічних застосунків набувають актуальності [10]. Тому розроблення інформаційно-технологічних платформ для виявлення та спостереження COVID-19 є актуальним напрямком наукових досліджень. Вони можуть допомогти в оцінюванні ефективності запроваджених заходів охорони здоров'я, при аналізі профілактичних підходів, формуванні стратегій проведення кампаній в галузі охорони здоров'я, відстеженні симптомів, прогнозуванні спалахів інфекційних та вірусних захворювань.

## **1.2 Огляд стану сучасних досліджень щодо відбору та опрацювання даних про COVID-19**

На даний час опубліковано обширний перелік щодо використання Інтернету речей (IoT) для надання медичних послуг [11]. Автори [12] подають опис досліджень використання носимих пристроїв для збирання відомостей щодо якісних показників навколишнього середовища та їх впливу на самопочуття та здоров'я громадян. Рат (Rath) та Паттанаяк (Pattanayak) досліджують використання IoT-пристроїв при проектуванні та практичній реалізації «розумної» лікарні [13].

Група авторів [14] запропонували парадигму CloudIoT-Health, яка передбачає інтеграцію хмарних обчислювальних платформ та IoT-пристроїв у галузі охорони здоров'я. Чжун (Zhong) та Лі (Li) в роботі [15] досліджують інформаційно-технологічні засоби для моніторингу фізичного стану студентів під час тренувань.

В [16] подано опис тришарової архітектури інтелектуальної інформаційно-технологічної платформи для моніторингу важливих біомедичних показників та управління в галузі охорони здоров'я із використанням IoT-пристроїв. Отум (Otoom) та інші автори розробили прототип IoT-системи для контролю рівня цукру в крові, котра функціонує в режимі реального часу [17]. Автори [18] запропонують систему раннього діагностування та виявлення серцево-судинних захворювань на основі відомостей, зібраних засобами IoT-пристроїв.

Нгуєн (Nguyen) [19] подає аналітичний опис методів ШІ, що використовуються у дослідженнях пов'язаних з COVID-19. А Магдід [20] пропонує використання сенсорів інтегрованих в смартфонах для збирання відомостей про стан здоров'я громадян. В роботі [21] подано опис використання методів сформованих на основі ШІ для аналітичного опрацювання даних, зібраних із теплових камер, встановлених у «розумних» містах. Зазначені методи спрямовані на виявлення громадян інфікованих

COVID-19. Автори [22] запропонували оригінальний метод використання IoT-пристроїв для виявлення випадків захворювання COVID-19. Проведений аналітичний огляд опублікованих результатів досліджень досзволяє зробити висновок, що на даний час відсутні комплексні інформаційно-технологічні платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.

### **1.3 IoT-пристрої для відбору даних щодо COVID-19**

Інформаційні системи для відбору даних щодо COVID-19, сформовані на основі IoT-пристроїв використовують інформаційні, комунікаційні, сенсорні технології та повсюдні обчислення для збирання та опрацювання відомостей про стан фізичних об'єктів [23]. Зазначені інформаційні системи призначені для надання громадянам обширного переліку «розумних» послуг з метою запобігання COVID-19, полегшення процесів лікування та реабілітації, покращення якості життя [24]. Типова архітектура IoT-систем складається з трьох рівнів: фізичного, мережевого та прикладного [25].

Існує широкий спектр програмно алгоритмічних застосунків в галузі охорони здоров'я, що ефективно використовують IoT-пристрої та системи і задіяні для відбору даних щодо COVID-19. Їх іноді називають IoMT [26]. Медичні застосунки сформовані на основі IoT-пристроїв та систем на даний час витісняють традиційні застосунки, сформовані на основі інформаційних та комунікаційних технологій і телемедицини. При цьому інформаційні системи на основі IoMT пропонують обширніший перелік функцій, у порівнянні з традиційними методами та системи. При розробці IoMT важливим є питання балансу між конфіденційністю даних, безпекою IoT-систем та безпекою пацієнтів [27]. В окремих випадках, при виникненні безпосередніх загроз для життя пацієнта, може знадобитися екстренне втручання та порушення заходів безпеки для доступу до IoT-пристроїв [28].

## **1.4 Комунікаційні мережі в системах відбору та опрацювання відомостей щодо COVID-19**

Базова комунікаційна мережа, враховуючи її двосторонні характеристики зв'язку, використовується як місток між хмарною інформаційно-технологічною платформою для відбору та опрацювання відомостей щодо COVID-19 та кінцевими користувачами. Медичні відомості із географічним розташуванням та телекомунікаційними записами кінцевих споживачів надсилаються до центру аналітичного опрацювання відомостей щодо COVID-19. Мережеві методи взаємодії можуть бути використані для формування та розвитку мереж обміну відомостями щодо COVID-19 [29]. Базова комунікаційна мережа використовується для передачі оновлених відомостей, рекомендацій та керуючих повідомлень сформованих центром аналітичного опрацювання до кінцевих користувачів та зацікавлених сторін.

Для виконання загальних завдань обміну відомостями щодо COVID-19 зазвичай використовуються три мережеві компоненти:

- Кінцеві пристрої – це IoT-пристрої та мобільні телефони. Відомості щодо стану здоров'я (пов'язані з COVID-19) та мережеві комунікаційні записи (відомості про місцезнаходження користувача та його пересування) отримуються від кінцевого користувача з використанням IoT-пристроїв та систем або мобільного застосунка.

- Базові станції – це телекомунікаційні вежі підключені до базової комунікаційної мережі. Базові станції надають необхідні канали або маршрути для передачі даних та забезпечують їх передачу. За допомогою IoT-пристрою або мобільного застосунку інформація про споживачів надходить до найближчої телекомунікаційної вежі та передається до центру аналітичного опрацювання відомостей щодо COVID-19.

- Основні мережі – використовуються для магістрального зв'язку між IoT-пристроями та різними терміналами зв'язку, які отримують доступ до

послуг (інтерфейсу) через базову станцію. Ключові функції основних мереж: шлюзи, агрегація та обслуговування.

### 1.5 Хмарна інфраструктура

На даний час хмарна інфраструктура активно використовується для збирання відомостей щодо використання IoT-пристроїв. Вона може бути ефективно використана як для виявлення та моніторингу COVID-19 так і прогнозування його поширення в режимі реального часу [30]. Крім того хмарна інфраструктура може використовуватись для спостереження процесів лікування підтверджених випадків COVID-19 та кращого розуміння природи процесів поширення захворювання. На рисунку 1.1 показано типову структуру IoT-платформи для виявлення та моніторингу COVID-19 сформовану з використанням хмарної інфраструктури [31].



Рисунок 1.1 – Структуру IoT-платформи для виявлення та моніторингу COVID-19 з використанням хмарної інфраструктури

Основними джерелами даних є мобільні телефони громадян, персональні носимі IoT-пристрої та IoMT-пристрої, котрі використовуються для збирання відомостей щодо показників стану здоров'я громадян. Хмарна інфраструктура використовується для агрегування зібраних колекцій даних щодо симптомів COVID-19, відомостей від сімейних лікарів та відомостей медичних установ та карантинних центрів. Також на її основі реалізуються функції центру аналітичного опрацювання даних.

На рисунку 1.2 подано діаграму діяльності для сценарію процесу збирання та аналітичного опрацювання відомостей щодо COVID-19.

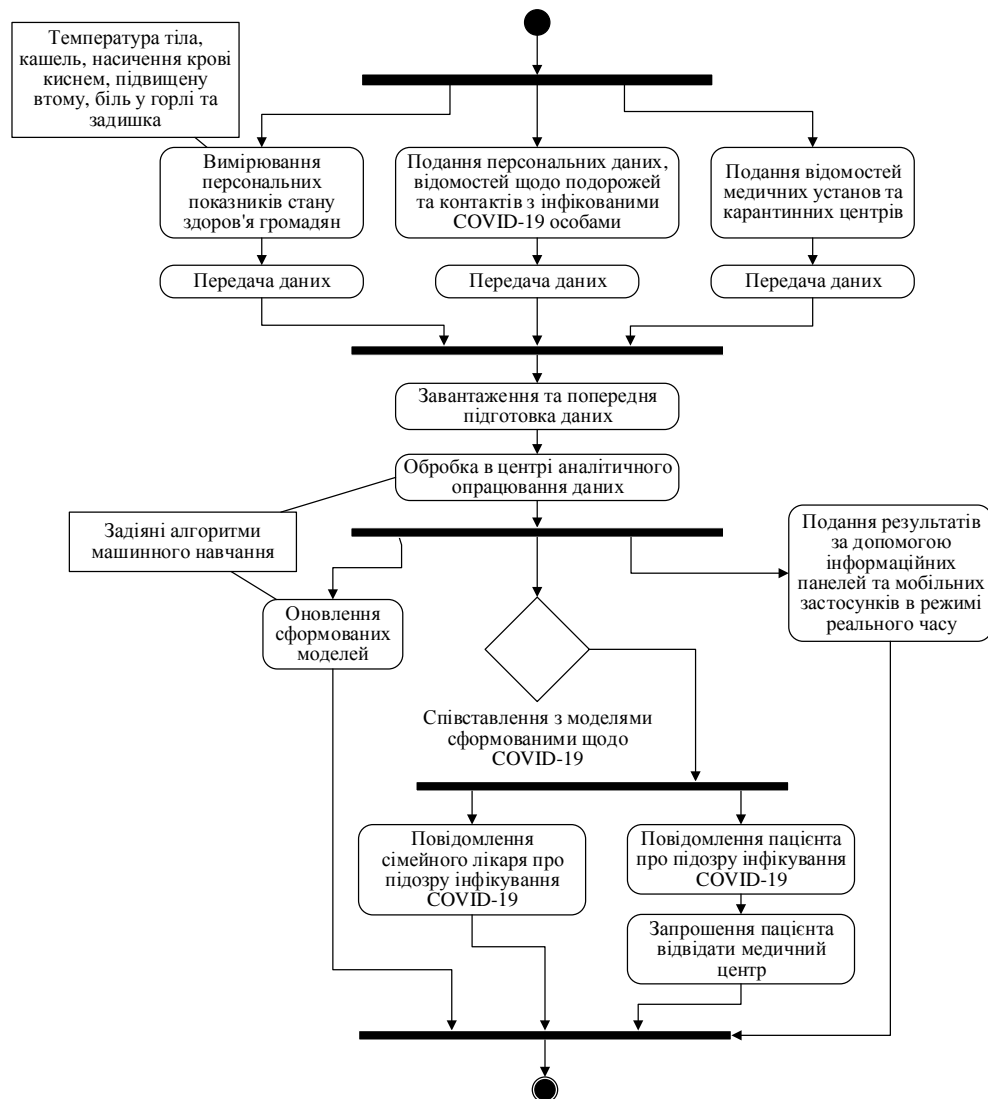


Рисунок 1.2 – Діаграма діяльності для сценарію процесу збирання та аналітичного опрацювання відомостей щодо COVID-19



Система неінвазивно збирає дані щодо симптомів користувачів в режимі реального часу за допомогою смартфонів, IoT-пристроїв, персональних носимих пристроїв та датчиків. Слід відслідковувати симптоми: підвищену температуру тіла, кашель, насичення крові киснем, підвищену втому, біль у горлі та задишку. За допомогою мобільного застосунку користувачі подають персональні відомості щодо проживання, подорожей до районів з великою кількістю інфікованих COVID-19 громадян та про можливі контакти з зараженими COVID-19 людьми. Медичні установи та центри ізоляції періодично подають відомості щодо інфікованих COVID-19, ізольованих з метою карантину пацієнтів. При цьому структура надісланих користувачами даних наближена до структури даних, зібраних в режимі реального часу.

Дані щодо виявлених симптомів COVID-19 завантажуються та проходять процедури попереднього опрацювання до центру аналітичного опрацювання даних за допомогою первинних IoT-мереж та хмарної інфраструктури. У центрі аналітичного опрацювання даних задіяні алгоритми машинного навчання, які використовуються для постійного оновлення сформованих моделей. Моделі використовуються для виявлення потенційних випадків інфікування COVID-19 на основі зібраних в громадян симптомів. Центр аналітичного опрацювання даних проводить опрацювання зібраних колекцій даних та представляє результати за допомогою інформаційних панелей та мобільних застосунків в режимі реального часу.

У випадку виявлення потенційного випадку інфікування COVID-19, відповідну інформацію буде повідомлено сімейному лікарю для спостереження за пацієнтом. Потім пацієнта запрошують відвідати медичний центр або заклад для проходження клінічних тестів, для виявлення позитивних випадків інфікування COVID-19. У випадку підтвердження інфікування COVID-19, пацієнта можна ізолювати. Всі контакти повинні бути самоізолювані або переведені карантин.

## 1.6 IoT-платформи для виявлення та моніторингу COVID-19

IoT-платформа – це багатошарова інформаційна та комунікаційна технологія, яка забезпечує доступ до спільного операційного середовища для зберігання та аналітичного опрацювання даних та відомостей зібраних з використанням підключених різнотипових IoT-пристроїв та систем [32]. Вона використовує, отримані в результаті аналітичного опрацювання, знання для реалізації різноманітних інтелектуальних послуг та сервісних програмно-алгоритмічних застосунків вищого рівня. Розробники сучасних IoT-платформ акцентують свою увагу на практичній реалізації прав власності щодо наборів даних та видобутих знань, безпеці та конфіденційності. IoT-платформи набули вагомого значення для розвитку суспільства завдяки активному впровадженню та поширенню IoT-пристроїв та систем у «розумних» середовищах. Зокрема набули поширення смартфони, «розумні» динаміки, безпекові давачі та сенсори інтегровані в системах домашньої сигналізації, давачі навколишнього середовища та комфорту, пристрої моніторингу та розпізнавання людської поведінки [33] тощо. Це потребує проектування, розроблення та практичної реалізації різноманітних методологій та інструментів для інтеграції IoT-платформ та систем у різних господарських галузях, зокрема енергетичному менеджменті, безпекових системах, «розумному» дозвіллі та галузі охорони здоров'я.

На даний час практично реалізовано ряд IoT-платформ в галузі охорони здоров'я, котрі не призначені для моніторингу та запобігання пандемічних захворювань. Зокрема, розглянута в [34] IoT-платформа розроблена для спостереження за станом пацієнтів та підтримки лікарських рішень щодо лікування. Вона використовує GAN для покращення характеристик якості накопичених даних щодо мозкових інсультів завдяки реалізованому процесу класифікації. В документі [35] подано особливості стандартизації процесів взаємодії інформаційно-технологічних IoMT-платформ, що базуються на семантичних веб-концепціях та M2M-архітектурі. В [36] подано детальний

огляд та описи інформаційно-технологічних архітектур та платформ, програмно-алгоритмічних застосунків та промислових рішень розроблених на основі IoT-пристроїв та систем. Проаналізовані авторами засоби призначені для ранньої діагностики COVID-19, реалізації карантинних заходів та спостереження за пацієнтами після одужання. Пандемія COVID-19 спричинила розвиток IoT-пристроїв, «великих даних», медичних систем на основі штучного інтелекту та блокчейну [37]. IoT-пристрої активно використовуються для діагностики та відстеження процесів поширення вірусних інфекцій, наприклад автоматичні сканери температури у громадських місцях або програми для виявлення інфікованих пацієнтів [38].

Подана в [39] інформаційно-технологічна платформа «IoTER» використовується для збирання відомостей щодо процесів енергопостачання в режимі реального часу. Зібрані з різних джерел набори даних опрацьовуються за допомогою складних алгоритмів для формування персоналізованих рекомендацій користувачам. В [40] подано опис IoT-платформи призначеної для моніторингу якості повітря у виробничих приміщеннях в режимі реального часу. COVID-19 є респіраторним захворюванням. Внутрішнє середовище будівель є важливим фактором поширення хвороби. Деякі з IoT-платформ мають інтегровані механізми для видобування знань з зібраних даних [41]. На даний час вони, як правило, потребують залучення сторонніх аналітичних засобів та експертів.

### **1.7 Розпізнавання аудіо-даних для виявлення COVID-19**

Голос і режим дихання громадян змінюються внаслідок респіраторних захворювань [42]. Застосування методів машинного навчання для опрацювання відомостей щодо голосу та дихання громадян з метою виявлення захворювань є перспективним напрямком досліджень та можуть бути використані для раннього виявлення та моніторингу поширення COVID-19. Динамічні моделі дихання для визначення рівня психологічного

стресу громадян, реалізовані з використанням теплових камер, подано в [43]. При опрацюванні вони перетворюються в одновимірні дихальні сигнали подані у формі двовимірної спектрограми дихання (RVS). Для їх оперативного аналітичного опрацювання застосовано згорткову нейронну мережу (CNN) для формування класифікації, створеної на основі алгоритму k-середніх значень.

Дослідники з MIT [44] у співпраці з лікарнями та медичними установами запропонували використовувати алгоритми навчання на основі ШІ для аналітичного опрацювання аудіозаписів кашлю громадян з метою розпізнавання та діагностування COVID-19. В [45] подано опис застосування алгоритмів машинного навчання для здійснення оперативного голосового аналізу з метою розпізнавання голосових біомаркерів обширного переліку захворювань, в тому числі COVID-19. А в [46] описана дослідницька робота щодо систематизації та узагальнення маркерів в системах розпізнавання голосу для виявлення COVID-19. При цьому основна увага дослідників зосереджена на створенні мобільного застосунка. Автори [47] досліджують процеси аналітичного опрацювання спектрограм кашлю та дихання для виявлення COVID-19, астми, туберкульозу тощо.

## **1.8 Висновок до першого розділу**

В першому розділі кваліфікаційної роботи подано опис пандемії COVID-19 та стану пов'язаних з нею досліджень в галузі інформаційних технологій. Проаналізовано IoT-пристрої та системи для відбору даних щодо COVID-19. Розглянуто комунікаційні мережі в системах відбору та опрацювання відомостей щодо COVID-19. Висвітлено роль та місце хмарної інфраструктури при збиранні та опрацюванні даних щодо COVID-19. Проаналізовано існуючі IoT-платформи для виявлення та моніторингу COVID-19. Розглянуто розпізнавання аудіо-даних для виявлення COVID-19.

## 2 ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ВІДБОРУ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ ЩОДО COVID-19

### 2.1 Проєктування структури інформаційно-технологічної платформи

Структура інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 (див. рисунок 2.1) сформована на основі трирівневої моделі поданої в [48]. Структура має п'ять пов'язаних між собою основних компонент. Це IoT-пристрої та системи, первинні мережі, інтернет, хмарна інфраструктура, Сервісні, аналітичні та інформаційні панелі та інтерфейси Інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19. Первинні мережі та хмарна інфраструктура є основою запропонованої інформаційно-технологічної платформа для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.



Рисунок 2.1 – Структура інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19

При цьому первинні мережі використовуються для інтеграції IoT-пристроїв та систем, туманних засобів зберігання та первинного опрацювання даних. Водночас хмарна інфраструктура інтегрує засоби зберігання даних щодо COVID-19 на основі BigData та хмарні засоби аналітичного опрацювання даних. В структурі інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 не передбачено єдиного центру аналітичного опрацювання даних, оскільки для обробки даних використовуються різнотипові аналітичні засоби задіяні на основі хмарної інфраструктури. Сервісні, аналітичні та інформаційні панелі та інтерфейси інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 відповідають за отримання вказівок від зацікавлених сторін, наприклад, закладів та організацій Міністерства охорони здоров'я. На наступному етапі будуть накопичуватись відомості, отримані від кінцевих споживачів за допомогою IoT-пристроїв та систем. В подальшому ця інформація оброблятиметься туманними та хмарними аналітичними засобами, а результати цих процедур передаватимуться зацікавленим сторонам та кінцевим споживачам через сервісні, аналітичні та інформаційні панелі та інтерфейси.

Збір та завантаження даних про симптоми COVID-19 відбувається у режимі реального часу за допомогою множини давачів, інтегрованих на основі IoT-пристроїв та систем. Відомості збиратимуться з використанням носимих (на тілі користувачів) та стаціонарних давачів тиску, температури, сенсорів серцевого ритму та насиченості крові киснем, мікрофонів та відеокамер. У [49] подано перелік найбільш релевантних симптомів COVID-19 на основі реального набору даних пацієнтів COVID-19. Зокрема підвищена температура, кашель, втома, біль у горлі та задишка. Для виявлення цих симптомів доступна обширна множина доступних на ринку біосенсорів. Зокрема, давачі температури використовуються для виявлення лихоманки [50]. Кашель можна виявити за допомогою мікрофонів та класифікувати для громадян різного віку на основі акустичних та

аеродинамічних моделей [51]. Носимі давачі руху та пульсметри можуть використовуватись для виявлення симптомів втоми [52]. Симптоми болю в горлі можна виявити на основі методів класифікації зображень [53]. Давачі насиченості крові киснем використовуються для виявлення задишки [54]. Відомості щодо пересування та подорожей громадян та їхні історії соціальних контактів впродовж останнього періоду часу можна збирати за допомогою спеціалізованих мобільних застосунків.

## 2.2 Проектування архітектури інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19

Архітектура інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 (див. рисунок 2.2) сформована на основі поданої в [55].

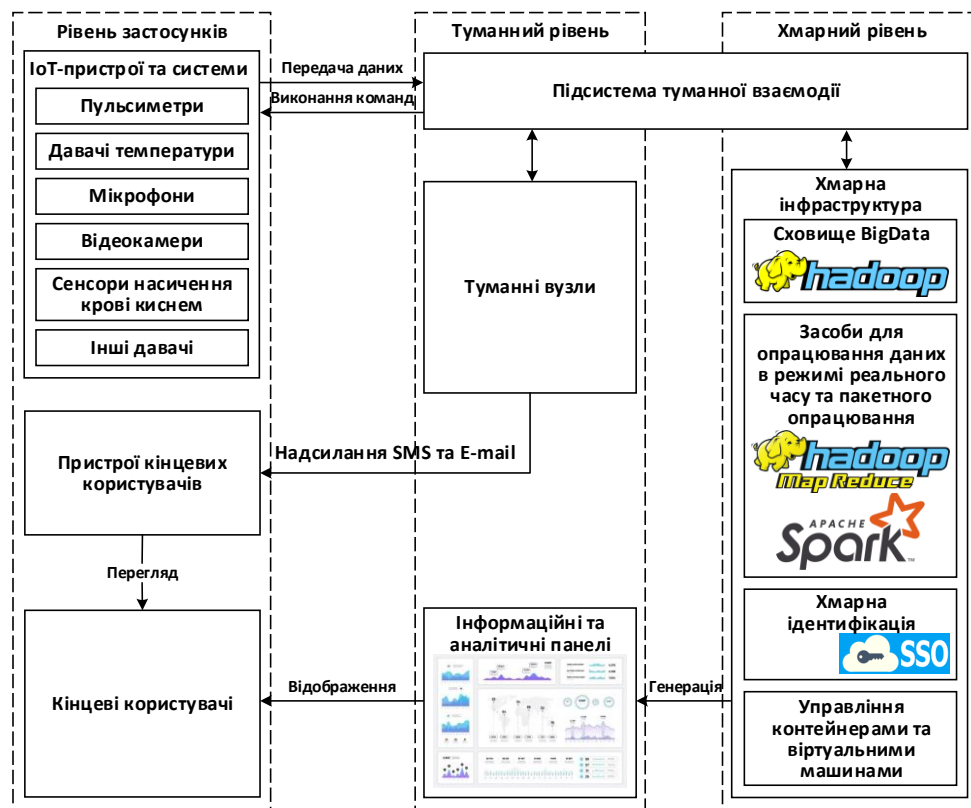


Рисунок 2.2 – Архітектура інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19

Вона складається з:

- рівня застосунків, призначеного для кінцевого користувача;
- туманного рівня;
- хмарного рівня.

Для узгодження взаємодії між IoT-пристроями і платформами, туманним та хмарним рівнями використовується підсистема управління туманними обчисленнями та процесами.

Проектована інформаційно-технологічна платформа повинна опрацьовувати та зберігати для подальшого використання даних, отриманих від інтегрованих на основі IoT-пристроїв давачів. Інформаційні технології туманих та хмарних обчислень використовуються для опрацювання IoT-даних в режимі реального часу. Розглянемо детальніші описи складових елементів для поданих рівнів інформаційно-технологічної платформи.

### **2.2.1 Рівень застосунків**

Рівень застосунків призначено для реалізації процесів взаємодії кінцевих користувачів з інтерфейсами інформаційно-технологічної платформи, управління та адміністрування інтегрованих IoT-пристроїв та систем тощо. На цьому рівні позначено:

- Кінцевих користувачів – це особи, які можуть переглядати інформацію, зібрану та збережену туманному та хмарному рівнях, використовувати аналітичні інформаційні панелі та звіти, отримувати інформаційні та системні повідомлення та сповіщення, здійснювати процедури віддаленого керування всіма підключеними до інформаційно-технологічної платформи IoT-пристроями та системами (зокрема активувати та деактивувати інтегровані давачі).

- IoT-пристрої. Можуть бути реалізовані на основі інформаційно-технологічних платформ Arduino та Raspberry, до яких під'єднано декілька давачів та/або виконавчих механізмів. IoT-пристрої використовуються для



інформаційно-технологічного супроводу та управління будь-якими процесами, що використовують або генерують дані та можуть бути реалізовані на основі мобільних телефонів, портативних комп'ютерів, планшетів тощо, які використовуються для надсилання повідомлень кінцевим користувачам.

### 2.2.2 Підсистема туманної взаємодії

Підсистема туманної взаємодії (див. рисунок 2.3) використовується як шлюз між рівнем застосунків, туманним та хмарним рівнями. Крім того, підсистема туманної взаємодії може виконувати функції туманного вузла.



Рисунок 2.3 – Структура підсистеми туманної взаємодії

Використання підсистемаи передбачає вирішення комплексу завдань:

- Менеджмент безпекових завдань. Зокрема, управління правилами безпеки, конфіденційності та доступу фізичних та віртуальних ресурсів, котрі можуть належати різним орендарям одного туманого чи хмарного вузла. Забезпечує конфіденційну та безпечну взаємодію між внутрішньорівневими сутностями та захищає від несанкціонованого доступу та зловмисних даних зібраних з різнотипових давачів. Що в комплексі може покращити цілісність та якість даних.

- Системний монітор. Призначений для моніторингу зібраних колекцій даних та прогнозування ключових характеристик інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19. Зокрема, обсягу обчислювальних потужностей, підсистеми зберігання даних, робочого навантаження мережі та показників енергоефективності в режимі реального часу у провайдера, що надає в оренду для інформаційно-технологічної платформи, з метою оптимізації функціонування системи та зменшення використовуваних віртуальних та фізичних ресурсів. Системний монітор характеризують KPI, орієнтовані, насамперед, на туманну та хмарну інфраструктури, ініційовані завдання, запущені служби та застосунки, віртуальні машини, Docker-контейнери (DC), вимоги QoS. Зокрема мінімальна вартість виконання, максимальний час виконання, показники безпеки тощо. Ключовими є вимоги до масштабування – процесорні потужності, оперативна пам'ять, мережевий трафік. Системний монітор допомагає інформаційній системі підвищити ефективність виконання обчислень та покращити алгоритми візуалізації інформаційних панелей у режимі реального часу, формуючи при цьому напрямки та визначаючи можливості для покращення. Системний монітор може надавати персоналізовані рекомендації щодо KPI. Це дозволяє кінцевим користувачам ефективно управляти інформаційною системою відповідно до сформованих задач та потреб.

– Менеджер туманих та хмарних ресурсів використовується з метою вдосконалення процедур управління ресурсами та забезпечення масштабованого розгортання інфраструктури з врахуванням особливостей використовуваних IoT-пристроїв та систем. В інформаційній системі підтримуються два системні каталоги, що використовуються в службі організації та федерації. Менеджер туманих та хмарних ресурсів формує цілісне та абстраговане подання обчислювальних ресурсів у різних середовищах федерації. У ньому зберігаються метадані про тумані та хмарні обчислювальні ресурси, зокрема назву ресурсу, його тип, конфігурацію, QoS, інформацію про використання та ціну. Каталог застосунків містить інформацію про програмні засоби, зокрема операції, рекомендовані властивості інформаційної системи, надані розробниками, версії, вимоги, залежності та доступні варіанти використання. Зазначені два системні каталоги призначені для кінцевих користувачів інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 з використанням IoT-пристроїв та систем і допоможуть знайти найкращу стратегію використання та ініціалізації ресурсів на відповідних туманних та хмарних вузлах. Крім того, служба керування туманними та хмарними даними містить відомості про облікові дані користувачів інформаційно-технологічної платформи, надані ресурси. Зокрема відомості про задіяну кількість процесорів, обсяг виділеної пам'яті, вартість наданих ресурсів та загальну кількість виділених ресурсів, а також дані про розгорнуті служби, їх функціональні можливості та поточний стан. Згенеровані системою моніторингу звіти про ефективність зберігаються в тій самій базі даних з метою забезпечення статистичного аналітичного опрацювання. Це допомагає базовим вузлам менеджера вибрати відповідні виконавчі вузли для опрацювання даних в режимі реального часу та пакетної обробки.

– Балансування навантаження гарантує високий рівень доступності всіх розгорнутих туманих і хмарних програм і сервісів. Це забезпечує високу швидкість процесів внутрішнього та міжрівневого обміну даними. Між

давачами, туманними та хмарними вузлами встановлюються міжшарові зв'язки. Внутрішньшарові зв'язки встановлюються між туманними та хмарними вузлами, або між застосунками.

– Менеджер організації служб та управління федерацією є головним компонентом проєктованої архітектури. Він використовується для координації зв'язків та взаємодії компонентів. Менеджер відповідає за розгортання стеку завдань у підсистемі управління туманними та хмарними ресурсами, згідно вибору відповідних до гарантованих для користувачів обмежень QoS, та за агрегування ресурсів наданих різними постачальниками туманних та хмарних послуг. Він відповідає за виділення, планування та використання ресурсів при роботі набором властивостей для самовідновлення з метою автоматичного виявлення та аналізу аномалій системи та адекватного відновлення відомостей щодо відстежуваного ресурсу, самонастроювання з метою адаптації до контекстуальних змін у федерації, самозахисту з метою управління та усунення несправностей та загроз в підсистемі безпеки та самомасштабування для підтримки ресурсів.

– Менеджер ідентифікаційних даних є базовою системною сутністю. Він здійснює управління відомостями щодо ідентифікації реалізуючи функціональні набори для автентифікації розподілених програмних ресурсів у рамках федерації. Це дозволяє здійснювати процедури взаємодії та обміну даними між туманними та хмарними ресурсами і користувачами без повторної автентифікації процесів, застосунків та користувачів.

### **2.2.3 Туманні вузли**

Туманні вузли подібні до окремих обчислювальних вузлів або комп'ютерів, який виконує завдання, сформовані менеджером управління туманними та хмарними ресурсами (див. рисунок 2.4).

Окремий туманний вузол включає програмні компоненти:

- Менеджер віртуальних машин створює, завантажує, вимикає та видаляє віртуальну машину за допомогою доступної множини гіпервізорів, зокрема KVM, VMware ESXi, Xen тощо.
- Менеджер управління контейнерами створює, вимикає та видаляє контейнери. Використовуються Docker або OpenVZ для управління контейнерами та Kubernetes або Docker Swarm для управління Docker-кластером.

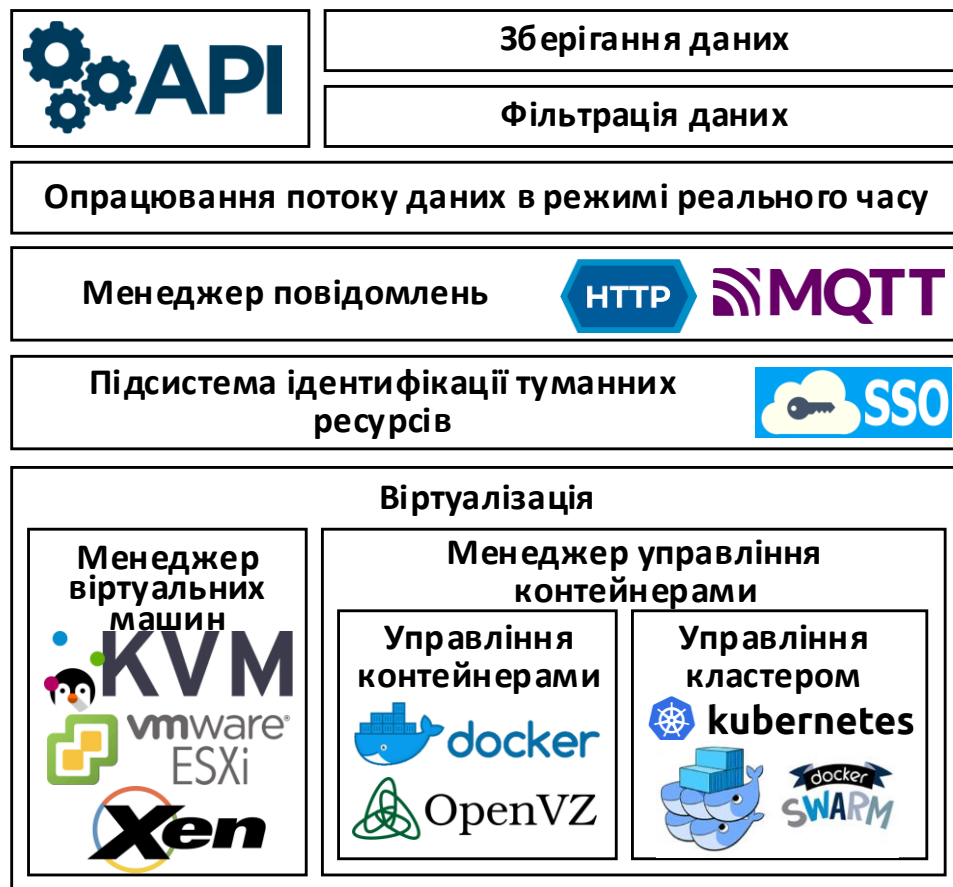


Рисунок 2.4 – Структура туманного вузла

- Підсистема ідентифікації туманних ресурсів – це багатфакторна система автентифікації, що реалізує функціонал управління доступом на основі SSO. За допомогою зазначеної технології єдиного входу, реалізованої на основі туманного рівня, користувачі інформаційно-технологічної платформи входять в систему з одним ідентифікатором та паролем з метою

отримання доступу до будь-якої з підсистем. SSO дозволяє користувачам застосунків туманного рівня безпечно отримувати доступ до хмарних ресурсів лише на основі одноразової автентифікації.

– Менеджер повідомлень використовується в якості з'єднуючої ланки між різними компонентами системи. Він забезпечує прості та ефективні методи обміну даними, може обробляти та розподіляти великі обсяги обміну даними за малі проміжки часу на міжшаровому або внутрішньшаровому рівнях. При міжшарових зв'язках відбувається отримання згенерованих IoT-пристроями та системами відомостей з подальшою їх передачею до розподілених застосунків. Це дозволяє здійснювати процедури зворотної активації, деактивації або скидання пристроїв з метою первинного налаштування та реконфігурації ресурсів. Внутрішньшарові зв'язки підтримується за допомогою менеджера повідомлень, який обмінюється даними між федеративними сервісами за допомогою служб зв'язку Pub/Sub.

– Опрацювання потоку даних в режимі реального часу є процесом відстеження та аналізу даних в момент їх створення. При використанні традиційних підходів отримані дані зберігались у базах даних та оброблялись пізніше по мірі необхідності в контексті певного застосунку. У проєктованій інформаціо-технологічній платформі для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 використано нові інформаційні технології та фреймворки для аналітичного опрацювання в режимі реального часу. Аналітичні засоби функціонують у вигляді сервісів на туманному рівні, розміщеному ближче до джерел даних. Крім того інформаціо-технологічна платформа для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 дозволяє пакетну обробку відомостей на хмарному рівні, що використовує аналітичні засоби для опрацювання великих даних.

– Фільтрація даних. Після збирання дані потребують процедур попереднього опрацювання, зокрема очищення для подальшої фільтрації. В запропонованій архітектурі інформаціо-технологічної платформи, для опрацювання відфільтрованих даних можна використовувати аналітичні

інструменти для підтримки процесів прийняття оперативних рішень у режимі реального часу. Така архітектура, завдяки попередньому опрацюванню на туманному рівні, допоможе мінімізувати обсяги даних для, або для передачі на хмарний шар.

– Зберігання операційних та аналітичних даних відбувається в розподілених базах даних. Ємність використовуваного сховища даних масштабована з метою підвищення характеристик доступності та стійкості до відмов туманного вузла в умовах збирання та зберігання великим за обсягом даних, отриманих від давачів інтегрованих з використанням IoT-пристроїв та систем.

– API дозволяє віддалене виділення, управління та контроль. Доступні API для віртуальних ресурсів, зокрема задіяних процесорів, оперативної пам'яті, мережевих ресурсів, сховищ та ОС VM та DC. В інформаційно-технологічній платформі для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 доступні API для фізичних ресурсів окремих IoT-пристроїв та систем, зокрема центрального процесора, пам'яті, параметрів ОС. Окремо реалізовано API для гіпервізорів хмарних та туманних вузлів, зокрема для налаштування їх пропускну здатності висхідних та низхідних каналів зв'язку фізичної мережі та параметрів енергоефективності окремих IoT-пристроїв та систем. Для туманних вузлів доступні конфігураційні та безпекові API сформовані на основі розгорнутих наборів застосунків та служб.

#### **2.2.4 Хмарна інфраструктура**

Хмарна інфраструктура представляє найвищий рівень задіяних засобів зберігання даних та обчислювальних ресурсів. Вона сформована на основі різнотипових вузлів для зберігання та опрацювання даних, отриманих від менеджера туманих ресурсів. Хмарна інфраструктура базується на наборі програмного забезпечення та застосунків, зокрема:

- Сховище великих даних зберігає неструктуровані, неоднорідні та масивні колекції даних у розподіленій та масштабованій базі даних.

- Програмно-алгоритмічні засоби для опрацювання даних в режимі реального часу та пакетного опрацювання. Робочі вузли хмарної інфраструктури можуть здійснювати аналіз та опрацювання даних, зібраних з використанням IoT-пристроїв та систем або підсистеми туманної взаємодії у режимі реального часу або в режимі емуляції реального часу. Це відбувається у випадку недоступності туманних вузлів та ресурсів. Крім того, робочі хмарні вузли здатні генерувати аналітичні інформаційні панелі та звіти на основі структур великих даних, сформованих з використанням Hadoop Mapreduce або Apache Spark.

- Управління контейнерами та віртуальними машинами підтримує багасистемність та віртуалізацію. При цьому відбувається управління декількома віртуальними машинами та DC хмарного вузла для розподіленого сховища або процесу. Головна мета засобів управління контейнерами та віртуальними машинами – це підвищення ефективності процесів використання ресурсів, виділених для інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.

- Хмарна ідентифікація водночас представляє засоби та підсистеми багатофакторної автентифікації, хмарної ідентифікації та служб управління доступом на основі SSO.

## **2.3 Моделювання структури класів інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19**

Встановлення зв'язків між сутностями фізичного світу та їх цифровим відображенням є необхідним завданням для формування нових бізнес-моделей щодо протидії та запобігання COVID-19 в галузі охорони здоров'я, логістики, виробництва тощо. Модель інформаційно-технологічної



платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 зображена у вигляді діаграми класів подана на рисунку 2.5.

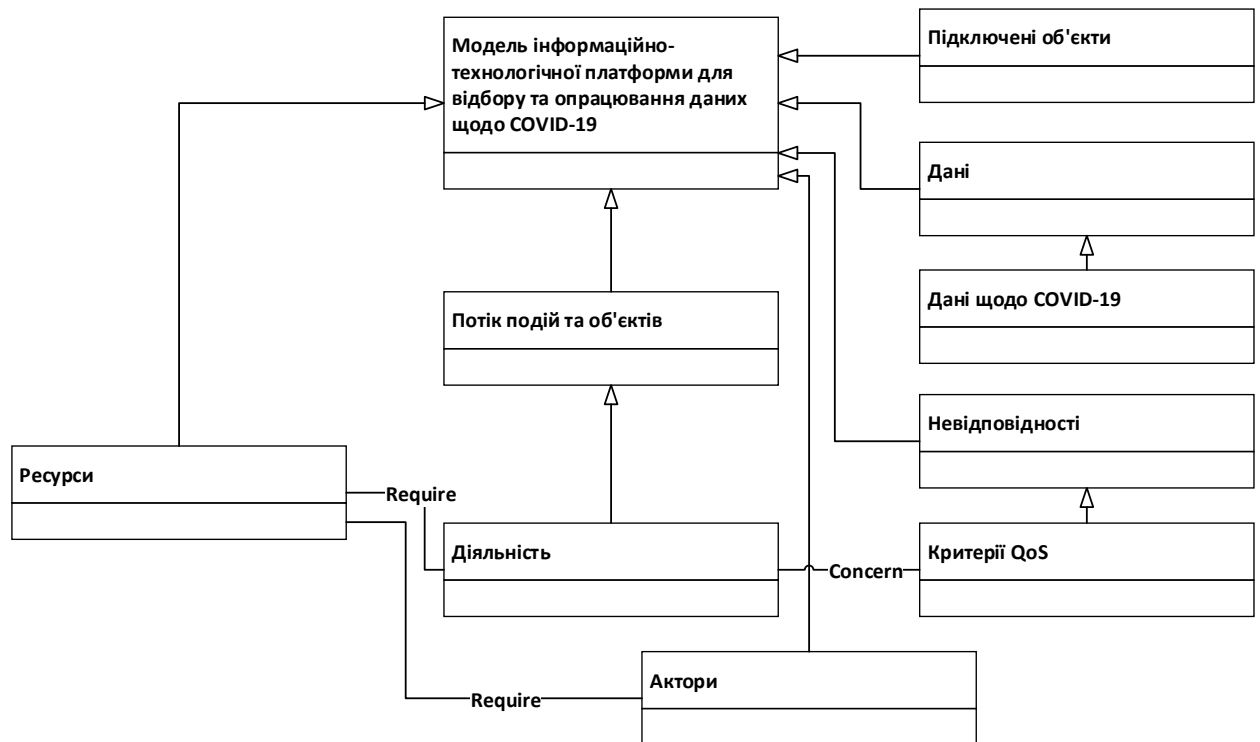


Рисунок 2.5 – Модель інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19

Оскільки кожен з доменів інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 потребує представлення різних моделей, то важливим етапом є рівномірне представлення IoT-пристроїв та систем у відповідних моделях. В даному випадку виокремлено додатковий туманний рівень, котрий допомагає зменшити обсяги передавання даних щодо COVID-19 з метою покращення характеристик QoS та мінімізації мережевого трафіку. Це відбувається завдяки виконанню процедур попереднього опрацювання даних, згладженню стрибків передачі даних, підвищенню характеристик сумісності IoT-пристроїв та систем, передачі відомостей щодо місцезнаходження, застосуванню он-лайн засобів аналітичного опрацювання тощо. Завдяки зазначеному переліку характеристик, туманні засоби та хмарні обчислення можуть бути

придатними для забезпечення моніторингу здоров'я громадян, запобіганню та протидії COVID-19. Проте для вирішення зазначених задач потрібно моделювання процесів зберігання та обміну даними щодо COVID-19, отриманими з використанням IoT-пристроїв та систем, для аутсорсингу в галузі туманних та хмарних обчислень.

Для класу «Ресурси» (див. рисунок 2.6) запропоновано дочірній клас «Розширені ресурси», що має множину «Привілеїв ресурсів».

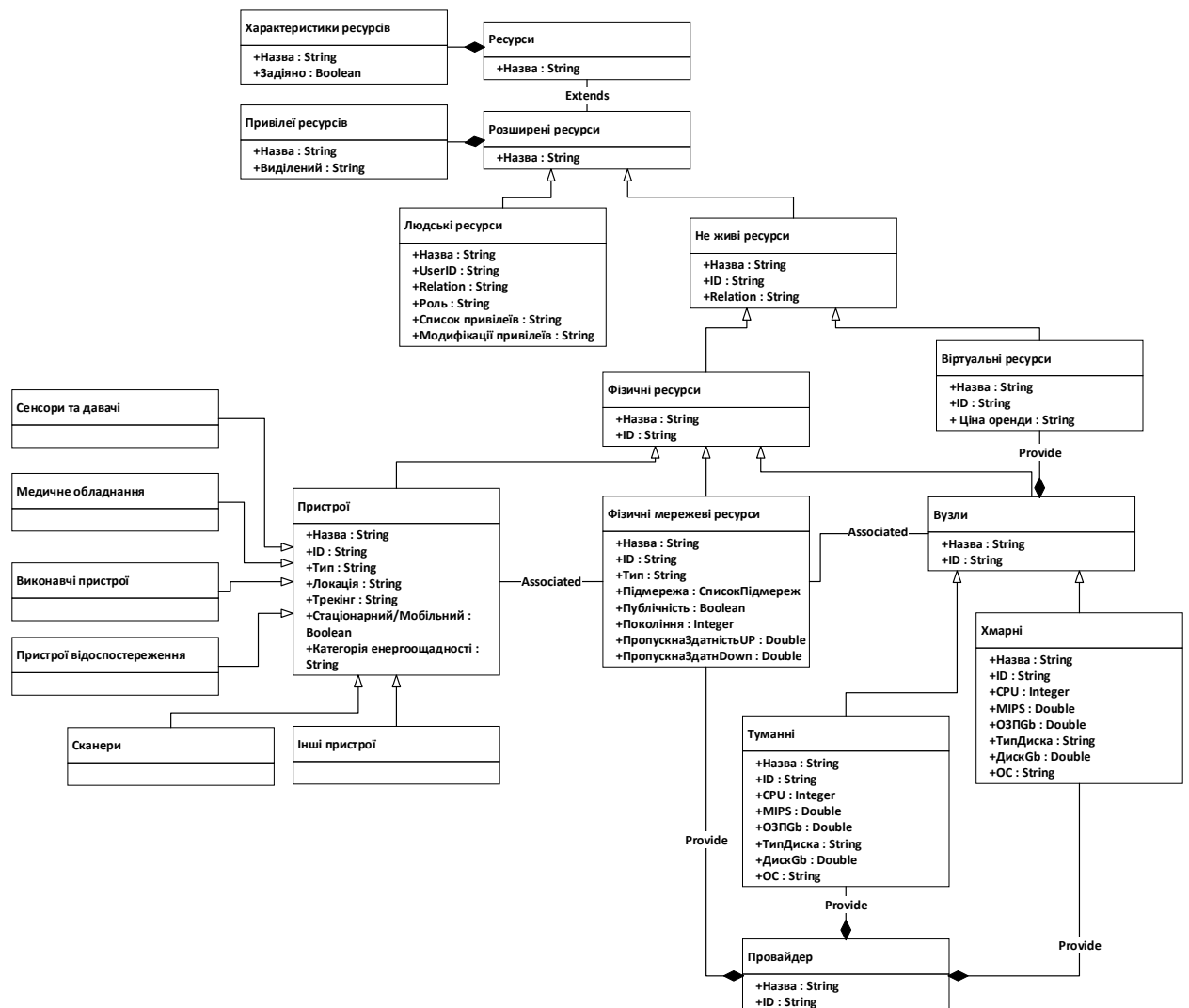


Рисунок 2.6 – Діаграма класу «Ресурси»

Для елементів цього класу можна виконати операції виділення або вивільнення ресурсу. «Ресурс» може бути «Людським», наприклад медичні працівники, співробітники силових структур чи сліжб

надзвичайних ситуацій тощо. Або «Не живим», наприклад медичне та лабораторне обладнання, IoT-пристрої та системи тощо). Отже, як показано на рис. 2.6, визначаємо «Людські ресурси» та «Не живі ресурси» як підкласи класу «Розширені ресурси». «Не живі ресурси» в свою чергу класифікуємо на «Фізичні ресурси» та «Віртуальні ресурси», щоб охоплювати як фізичні, так і віртуальні ресурси відповідно. Клас «Фізичні ресурси» містить три підкласи «Пристрої», «Фізичні мережеві ресурси» та «Вузли». Клас «Пристрої» представляє IoT-пристрої та системи, що зв'язують фізичні та цифрові сутності. Цей клас характеризується відомостями щодо локації, трекінгу, стаціонарності чи мобільності, енергоощадності (включаючи обмеження щодо ємності акумулятора) тощо. Він містить підкласи «Сенсори та давачі», «Медичне обладнання», «Виконавчі пристрої», «Пристрої відеоспостереження», «Сканери» та «Інші пристрої». Слід відзначити, що «Інші пристрої» включають пристрої кінцевого користувача, зокрема мобільні пристрої (розумні годинники або браслети тощо), немобільні пристрої (карти Arduino або Raspberry тощо), а також будь-які процеси та системи, що використовують або генерують дані верхнього шару через протоколи http або MQTT. В процесі тестування та експлуатації інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 перелік дочірніх підкласів класу «Пристрої» буде розширено, відповідно до інтеграції нових типів пристроїв. Це дозволить забезпечити вимоги щодо розвитку та масштабованості інформаційно-технологічної платформи.

На діаграмі виокремлено підклас «Фізичні мережеві ресурси», що представляє мережеву взаємодію між підключеними до інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 фізичними ресурсами. Задіяна фізична мережа має неоднорідний характер та інтегрована на основі високошвидкісних ліній зв'язку, що з'єднують туманні та хмарні центри обробки даних, та множину бездротових технологій доступу, зокрема, 4G/5G, WiFi тощо. Вона характеризується пропускнуою

здатністю висхідних і низхідних ліній зв'язку, та типом мережі, зокрема бездротових мереж (LTE або WSN), або дротових мереж.

Клас «Вузли» неоднорідний за своєю природою. Він вміщає пристрої, що функціонують на основі різних типів операційних систем, несумісних програмних застосунків, апаратних та програмних функціональних наборів. До нього відносяться два підкласи «Туманні» та «Хмарні», що містять сутності для туманних та хмарних ресурсів, задіяних при функціонуванні інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19. Вузол характеризується обчислювальною продуктивністю процесора MIPS, розмірами оперативної пам'яті та диска. Вузол має одну або декілька віртуальних служб разом з мережеву службу для поєднання контейнерів та віртуальних машин, обчислювальний сервіс для створення екземплярів та управління контейнерами або віртуальними машинами, підсистему зберігання даних, служби планування та моніторингу тощо.

Кожен туманний вузол надається туманним постачальником (наприклад Cisco, Spinal.com тощо), а кожен хмарний вузол надається відповідним провайдером (наприклад Amazon, Microsoft Azure, OpenStack тощо). Клас «Провайдер» містить відомості про постачальників мережевих, туманних та хмарних послуг.

Функціонування інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 потребує використання обширної множини туманних та хмарних віртуальних ресурсів. Віртуальний ресурс виділяються на вимогу та оплачуються за використання. Кожен з віртуальних ресурсів має відповідний окремий тип (наприклад, віртуальні машини, місце для зберігання об'єктів чи блоків тощо) та набір функціональних можливостей, зокрема виділені оперативну пам'ять, віртуальний процесор (vCPU), MIPS та дисковий простір. Постачальники формують стратегію ціноутворення відповідно до типів задіяних ресурсів та їхніх операційних систем. Клас «Віртуальні ресурси» містить три підкласи (див. рисунок 2.7).

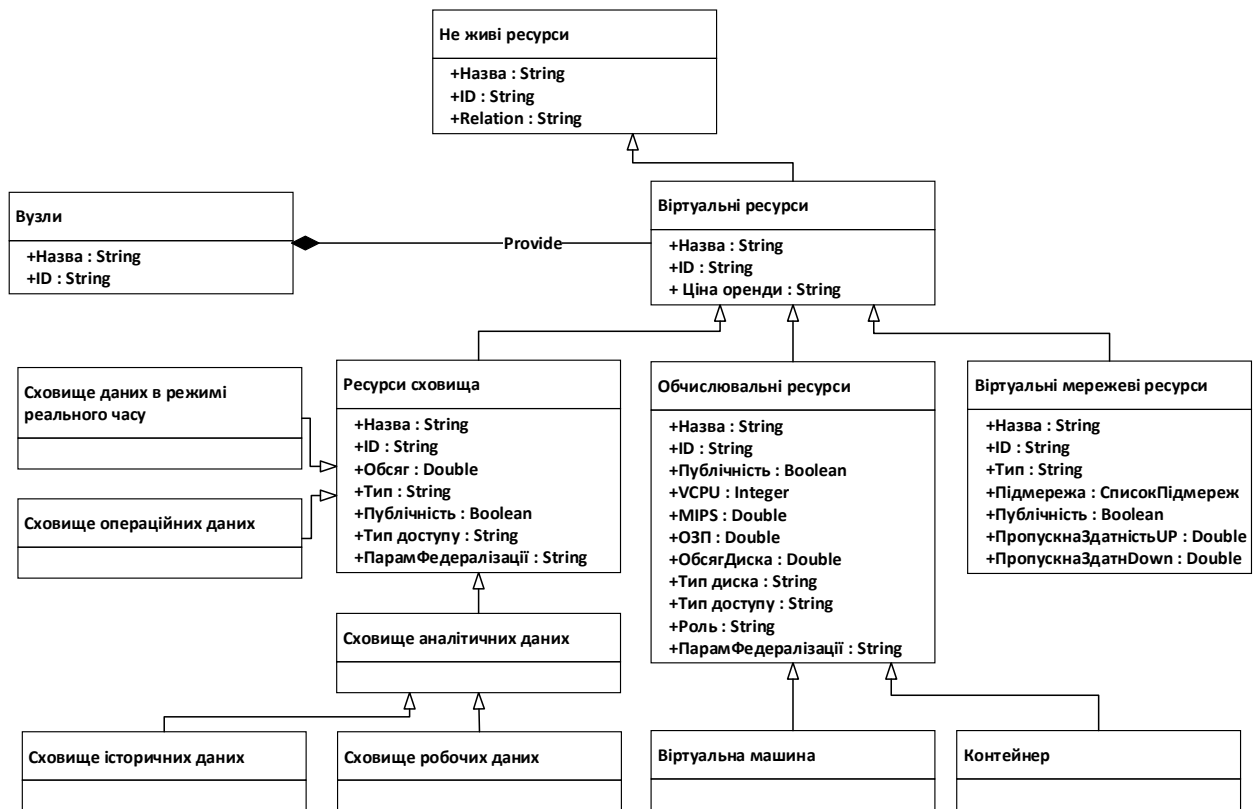


Рисунок 2.7 – Діаграма класу «Віртуальні ресурси»

Клас «Ресурси сховища» визначає віртуальні ресурси для зберігання даних на основі мереж віддалених серверів та персональних комп'ютерів що використовується для забезпечення процесів зберігання, редагування та управління даних. В залежності від типу сховища він розділений на три підкласи. Клас «Сховище даних в режимі реального часу» представляє динамічний простір для зберігання даних, що використовується для всіх потоків від IoT-пристроїв та систем перед будь-якою процедурою опрацювання. Підклас «Сховище операційних даних» представляє напівпостійний простір для зберігання відфільтрованих даних після очищення, зокрема процедур виокремлення та ігнорування всіх помилкових даних. Підклас «Сховище аналітичних даних» визначає постійний простір для зберігання даних, яке використовується для збереження даних, відфільтрованих з метою подальшого аналітичного опрацювання.

Клас «Сховище робочих даних» використовується для зберігання даних на невеликий термін, що визначається хвилинами, годинами або добами.

Зазначені дані слід зберігати у туманому шарі для виконання аналітичних транзакцій. Клас «Сховище історичних даних» використовується для зберігання даних протягом тривалого часу протягом місяців та років. Зазначені дані слід зберігати у хмарному шарі для генерування звітів та відомостей для аналітичних інформаційних панелей.

Клас «Обчислювальні ресурси» представляє туманні та хмарні віртуальні екземпляри для опрацювання даних. В інформаційно-технологічній платформі для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 застосовано два типи віртуальних обчислювальних ресурсів. В підкласі «Віртуальна машина» подано емуляцію комп'ютерної системи, котра забезпечує функціональність фізичного комп'ютера використовується для обробки стеку обчислювальних задач. Клас «Контейнер», по своїй суті, схожий на віртуальну машину. Оскільки він не включає операційну систему, то потребує набагато менше дискового простору, ніж «Віртуальна машина».

Клас «Віртуальні мережеві ресурси» представляє віртуальну мережу, яка використовується для забезпечення процесів обміну даними між двома або більше віртуальними обчислювальними ресурсами.

В інформаційно-технологічній платформі для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 фізичні сутності змодельовано як пасивних учасників, представлених згорнутим пулом. Фізичним ресурсом може бути людина, наприклад, інфікований COVID-19 пацієнт, лікар, працівник служби з надзвичайних ситуацій тощо, або «нелюдський» ресурс, наприклад, ліки, медичне обладнання, медичні приміщення чи установи тощо. З позиції інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 фізичні ресурси є предметом процесу моніторингу та контролю з використанням IoT-пристроїв та систем. У кваліфікаційній роботі змодельовано фізичні сутності як елемент ресурсу та як кінцевий елемент стеку інформаційних технологій, що включає фізичні сутності, IoT-пристрої та системи, туманний та хмарний шари (див. рис. 2.2). Інформаційно-технологічна платформа для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19

використовує вимоги QoS що стосуються безпеки, продуктивності, сумісності, вартості енергії, масштабованості та якість даних. Для інтеграції обмежень QoS використано клас «Невідповідності» (див. рис. 2.5). Безпека, зокрема конфіденційність, достовірність та цілісність, є підконцепцією обмежень QoS. В свою чергу продуктивність також є підконцепцією обмежень QoS, яка охоплює час виконання та витрати, зокрема енергії спожитої з акумулятора. Окрім масштабованості обробки та зберігання, для проєктованої інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 слід послуговуватись підконцепціями QoS щодо сумісності та якості даних. Вони спрямовані на мінімізацію кількості та розмірів даних, які потрібно опрацьовувати та зберігати при виконання туманих та хмарних обчислень. Це дозволяє реалізувати високий рівень безпеку та ефективності проєктованої інформаційно-технологічної платформи.

В свою чергу клас «Дані щодо COVID-19» виокремлено в окрему сутність моделі інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 (див. рисунок 2.8).

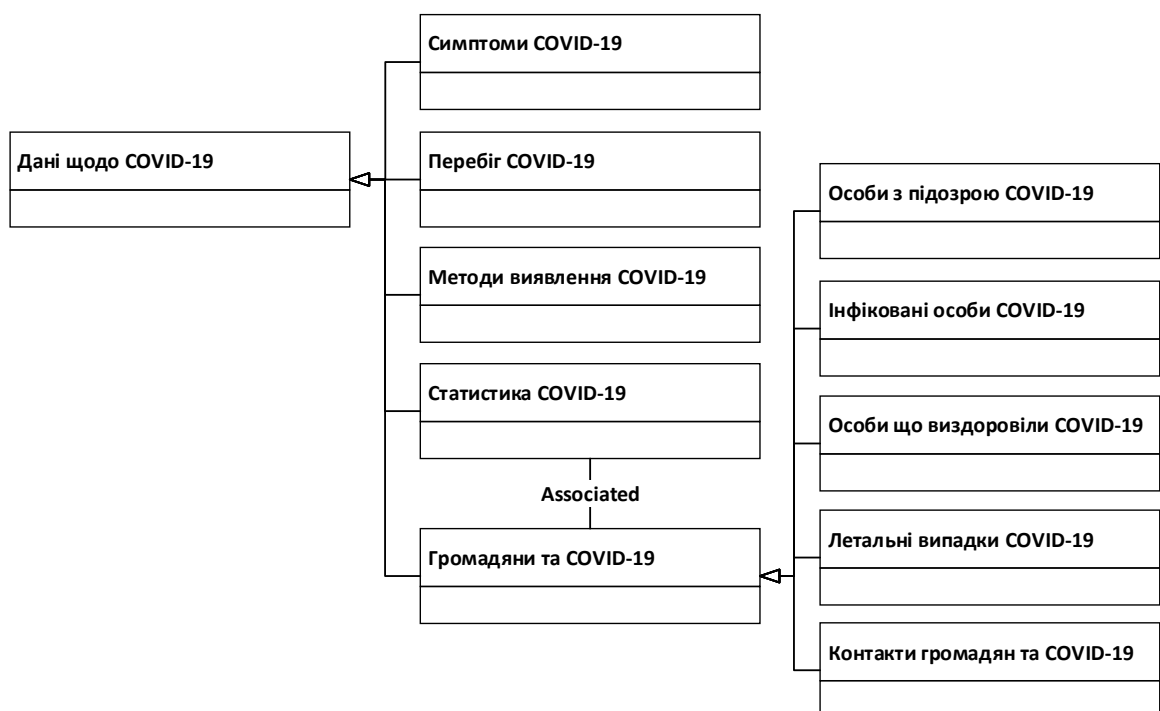


Рисунок 2.8 – Діаграма класу «Дані щодо COVID-19»

До класу відносяться підкласи «Симптоми COVID-19», «Перебіг COVID-19» та «Методи виявлення COVID-19» з інформаційними сутностями щодо симптомів, перебігу та методів виявлення хвороби. Клас «Громадяни та COVID-19» містить інформаційні сутності з відомостями щодо осіб з підозрою COVID-19, інфікованих COVID-19 осіб, громадян, що виздоровіли, летальних випадків та контактів громадян. Підклас «Громадяни та COVID-19» слугує джерелом для асоційованого класу «Статистика COVID-19».

## **2.4 Висновок до другого розділу**

В другому розділі кваліфікаційної роботи виконано проєктування структури та архітектури інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19. Проведено моделювання структури класів інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.



### **3 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВІДБОРУ, АГРЕГУВАННЯ ТА АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ ЩОДО COVID-19**

#### **3.1 Моделювання процесів відбору та агрегування даних щодо COVID-19**

Первинний рівень інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 – це шар збору даних. Цей рівень відповідає за підключення фізичних IoT-пристроїв та систем, інтеграцію виконавчих механізмів до інформаційно-технологічної платформи. Після підключення IoT-пристроїв та системи надають зібрані з реального світу та накопичені дані до інформаційно-технологічної платформи. Накопичення наборів даних відбувається з використанням датчиків або шляхом імпорту існуючих баз даних та знань, які містять відомості зібрані засобами третіх сторін та міжнародних організацій. Інформаційно-технологічна платформа для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 розробляється як рекомендаційна система з проєктуванням функціональних можливостей використання для клінічної дистанційної допомоги та самоізоляції громадян.

Це вимагає інтеграції різних рівнів зв'язку з фізичним світом. На даному етапі в інформаційно-технологічну платформу доцільно інтегрувати наступні функціональні можливості:

- Аналітичні засоби для опрацювання аудіоінформації для визначення ритму дихання громадян з метою виявлення кашлю, чхання або захриплості. Функціональний елемент моніторингу доцільно іреалізувати у вигляді мобільного застосунку.

- API для інтеграції IoT-пристроїв для контролю рівня насичення крові киснем. Потрібно реалізувати як елемент мобільного застосунку призначеного для підключення до смартфона пацієнта фізичних пристроїв за допомогою Bluetooth. За допомогою зазначених IoT-пристроїв можна здійснювати контроль пульсу.

– Рекомендаційну діалоговий систему з використанням онлайн-бота на основі мобільного застосунку.

Діаграму потоків збирання відомостей в інформаційно-технологічній платформі для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19, сформовану у вигляді Data Flow Diagram (DFD-моделі) подано на рисунку 3.1.

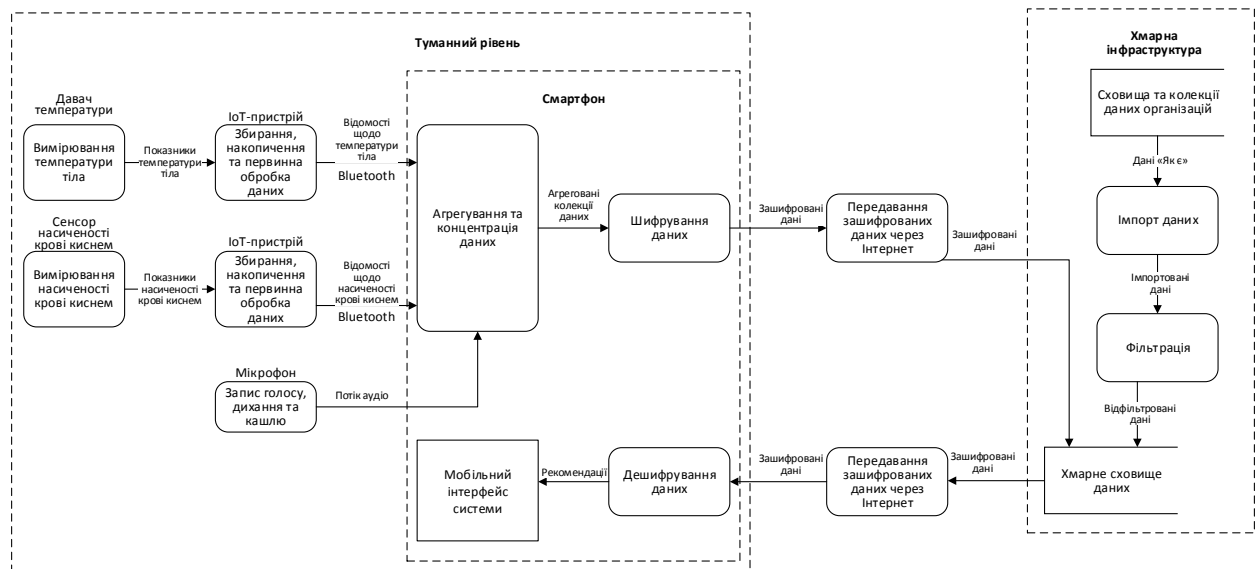


Рисунок 3.1 – DFD-модель збирання відомостей в інформаційно-технологічній платформі для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19

Смартфон можна використовувати для підключення будь-якого типу пристроїв. Він також може слугувати людино-машинним інтерфейсом для інформаційно-технологічної платформи. Водночас його можна використовувати для взаємодії з медичним персоналом, інтерактивних опитувань опитувань та анкетування громадян з підозрою COVID-19, інфікованих пацієнтів та осіб, що виздоровіли з метою постлікувального спостереження. Зазначені інтегровані джерела даних використовуються громадянами, сімейними лікарями або медичним персоналом в контексті використовуваної послуги. Це допоможе розширити соціальні складові інформаційних вимірів множини даних, які будуть отримані з використанням ІoT-пристроїв та систем.

Для передавання даних між смартфоном з встановленим мобільним застосунком потрібно передбачити формування безпечного каналу зв'язку з інформаційно-технологічною платформою для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.

З метою формування переліку опрацьовуваних колекцій даних та аналітичних засобів подамо перелік симптомів COVID-19, котрий сформовано на основі даних ВООЗ [56] (див. таблицю 3.1).

Таблиця 3.1 – Перелік симптомів COVID-19, котрий сформовано на основі даних ВООЗ [56]

<b>Клас</b>	<b>Симптом</b>
Найбільш поширені	Підвищена температура
	Сухий кашель
	Втома
Менш поширені	Ломота та біль у тілі
	Біль у горлі
	Діарея
	Кон'юнктивіт
	Головний біль
	Втрата смаку
	Втрата нюху
	Висип на шкірі
	Зміна кольорового сприйняття
	Втрата відчуття пальців рук або ніг
Серйозні ускладнення:	Складність дихання
	Біль у грудях
	Втрата мови
	Втрата рухових функцій

На рисунку 3.2 подано узагальнене відображення типових графіків вхідних даних інформаційно-технологічної платформи, які відповідно до [57] можуть бути використані для діагностування COVID-19.

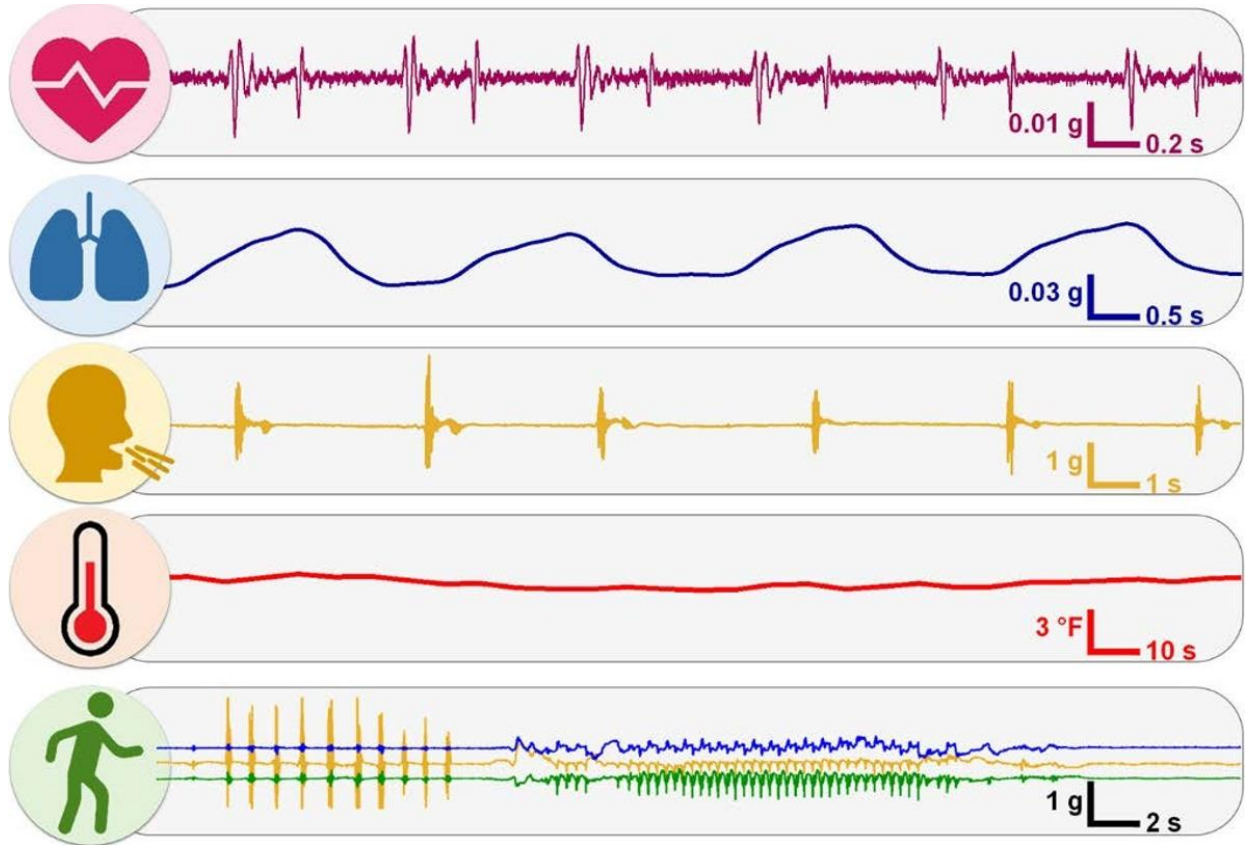
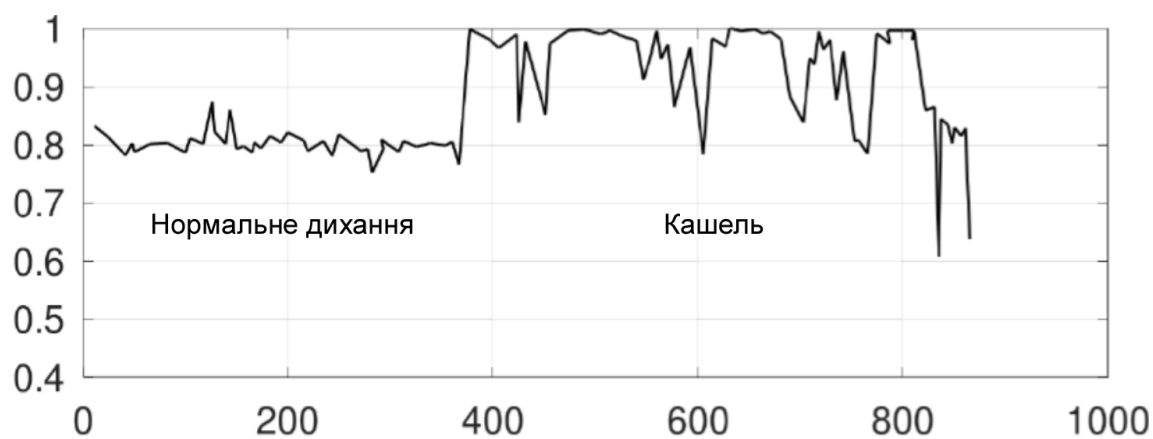


Рисунок 3.2 – Узагальнене відображення типових графіків вхідних даних інформаційно-технологічної платформи, які можуть використовуватись для діагностування COVID-19 [56]

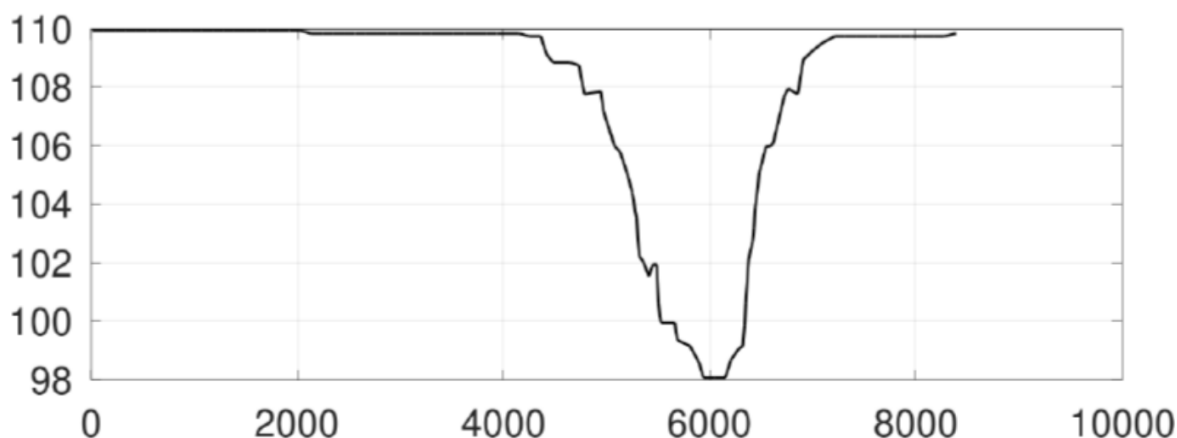
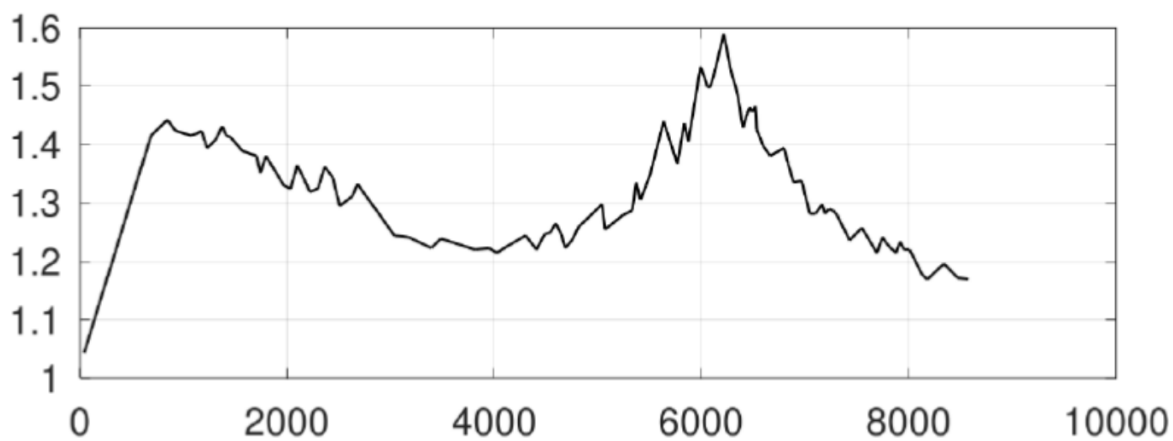
Для збирання даних щодо симптомів доцільно використовувати:

- Мікрофони для розпізнавання сухого кашлю та інтелектуального розпізнавання мови.
- «Розумні термометри» для визначення підвищеної температури.
- «Розумні» інтерактивні камери для розпізнавання інших симптомів.

На рисунку 3.3 подано приклади даних, що зібрано з використанням IoT-пристроїв та систем. На рис. 3.3 А) подано аудіограму отриману з використанням мобільного мікрофона під час кашлю пацієнта.



А) Дихання та кашель

Б) Сатурація (SPO<sub>2</sub>)

В) Сатурація (Оксиметр)

Рисунок 3.3 – Симптоми для діагностування COVID-19 [59]

Кунш в [58] продемонстрував що сухий кашель – симптом який найчастіше проявляється при COVID-19, можна відслідковувати за допомогою мікрофонів мобільних пристроїв з однаковою ефективністю, як і за допомогою розміщених на тілі пацієнта давачів.

На рис. 3.3 Б) та В) подано приклад ідентифікації падіння рівня насичення крові пацієнта киснем за допомогою червоного пульсоксиметра за даними Лі [60]. Графік на рис 3.3 Б) відображає дійсний рівень  $SpO_2$ , а рис. 3.3 В) – показники оксиметра.

### **3.2 Сервісні функціональні набори інформаційно-технологічної платформи**

Сервісні функціональні набори інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 використовуються для формування та відображення інтерфейсів для різних категорій користувачів, профілі яких є різними відповідно до приналежності до зацікавлених установ та організацій які можуть її використовувати.

Потенційні групи користувачів можна сформувати наступним чином: урядові установи, організації та заклади систем охорони здоров'я, лікарі, інфіковані громадяни та громадськість.

В залежності від профілю користувача, платформа надаватиме різні набори служб та сервісних застосунків, які оптимальним чином адаптовані для отримання коректних та достовірних відомостей.

Перелік сервісних застосунків та інтерфейсів, які доцільно розробити в процесі подальшої реалізації інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19:

- Інтерактивний «Розумний» чат-бот, який доцільно застосувати для взаємодії з користувачами та пацієнтами.

- Рекомендаційні програмно-алгоритмічні застосунки, котрі повинні містити механізми для формування рекомендацій та забезпечення користувачам персоналізованого зворотнього зв'язку в залежності від їх географічної локації та стагну введення карантинних заходів.

– Інформаційний звіт життєві показники та симптоматику інфікованих COVID-19 громадян та осіб, що виздоровіли. Звіт призначено для лікарів та медичного персоналу.

– Мобільний застосунок з відомостями щодо поточної епідеміологічної ситуації COVID-19 відповідно до перебігу та різних вжитих заходів з метою оцінювання ефективності дій.

### **3.3 Засоби аналітичного опрацювання відомостей щодо COVID-19**

Інформаційно-технологічна платформа для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 використовує попередньо опрацьовані набори даних для побудови прогностичних моделей поширення COVID-19, призначених для оцінки ймовірності інфікування окремих громадян.

Для цього доцільно використовувати алгоритми машинного навчання – класифікатори, котрі можна розділити на декілька категорій. В інформаційно-технологічній платформі для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 передбачена інтеграція з програмно-алгоритмічним комплексом WEKA Software [61], котрий використовує для класифікації шість категорій методів машинного навчання: класифікатори на основі функцій (Підтримка векторних машин), ледачі класифікатори (K-найближчих сусідів), класифікатори на основі Байєса (Наївний Байєс), класифікатори на основі правил (таблиці рішень, ZeroR та OneR), класифікатори на основі дерев (Дерева рішень), та мета класифікатори на основі нейронних мереж.

Подамо короткий опис восьми алгоритмів машинного навчання: підтримка векторних машин (SVM) з використанням ядра Radial Basis Function (RBF), нейронні мережі, Наївний-Байєс, K-найближчих сусідів (K-NN), таблиця рішень, корінь рішення, OneR та ZeroR [62].

SVM – це метод контрольованого машинного навчання, котрий вивчає гіперплощину з врахуванням набору навчальних позначених прикладів [63]. Кожен екземпляр у навчальному наборі відповідає позитивному або

негативному класу. Гіперплощина найкраще відокремлює екземпляри кожного класу, максимізуючи, при цьому, поле між окремими екземплярами даних та гіперплан. На наступному етапі сформований на основі навчання гіперплан використовується для визначення або прогнозування мітки класу для будь-якого нового тестового зразка.

Штучні нейронні мережі – це метод контрольованого машинного навчання, який намагається імітувати навчання людського мозку [64]. Для цього декілька шарів вузлів з'єднані через зважені ребра. Вихід кожного вузла обчислюється як зважена сума його входів з врахуванням порогової функції. На основі набору навчальних прикладів нейромережа формує числові ваги для оптимальної класифікації екземплярів з кожного класу. На наступному етапі навчена модель використовується для визначення або прогнозування мітки класу для будь-якого даного тестового зразка. Тестовий зразок поступає на входи вузлів першого рівня. Порогова функція застосовується до виходів кінцевого шару, з метою визначення мітки для конкретного тестового зразка.

Наївний Байєс – це метод контрольованого машинного навчання для якого процес навчання відбувається на основі ймовірнісного підходу та теореми Байєса для обчислення параметрів моделі [65]. На базі навчального набору Наївний Байєс обчислює множину параметрів моделі, зокрема ймовірність появи мітки кожного класу. В подальшому ці параметри використовуються для визначення або прогнозування приналежності до класу будь-якого тестового екземпляра. Що відбувається шляхом обчислення ймовірностей тестового екземпляра для кожної з можливих міток класу. Максимальне значення цих ймовірностей буде відповідати мітці тестового екземпляра.

К-найближчих сусідів (K-NN) – це метод контрольованого машинного навчання в якому процес навчання дотримується «лінивого» підходу не формуючи модель [66]. Для заданого набору навчальних прикладів K-NN обчислює відстані між даним тестовим зразком та всіма навчальними



зразками. Потім відстані використовуються для визначення або прогнозування мітки класу тестового екземпляра шляхом агрегування міток класів K-найближчих навчальних зразків до тестового екземпляра.

Таблиця рішень – це метод контрольованого машинного навчання, який, на основі заданого набору позначених навчальних прикладів, обчислює модель шляхом формування таблиці рішень, котра складається з наборів умов та відповідних дій [67]. У випадку, якщо сформована таблиця розглядає всі можливі комбінації вхідних екземплярів та умов і відповідні дії то вона вважається повною.

Корінь рішення (Рішення Кукса) – це метод контрольованого машинного навчання, який на основі набору навчальних прикладів формує модель, будуючи при цьому дерево рішень з одним внутрішнім вузлом [68]. Він робить прогноз для будь-якого поданого тестового зразка, використовуючи лише одну функцію цього зразка, котра визначається шляхом калькуляції інформаційного входу для всіх функцій у всіх навчальних екземплярах. Здійснюється вибір максимального значення інформаційного входу.

Одне правило (OneR) – це метод контрольованого машинного навчання, який, враховуючи тренувальний набір прикладів, формує модель, генеруючи одне правило для кожної ознаки в наборі даних [69]. Потім він вибирає значення на основі мінімальної загальної похибки.

Нульове правило (ZeroR) – це метод контрольованого навчання, який з використанням набору навчальних прикладів, обчислює модель, використовуючи лише цільову ознаку класу, ігноруючи всі інші особливості [70]. Метод вважається найпростішим методом класифікації. Метод присвоює будь-який новий тестовий екземпляр більшості класів та зазвичай використовується як еталон для визначення базових показників.

### **3.4 Інтеграція засобів аналітичного опрацювання в інформаційно-технологічну платформу**

Інформаційно-технологічна платформа для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 сформована для активного використання методів на основі машинного навчання. Вона призначена для реалізації процедур потокового передавання, попередньої підготовки та фільтрації даних та прийняття рекомендаційних рішень. Всі операції з даними можна умовно розділити на наступні етапи:

1. Дані, що передаються від IoT-пристроїв та з схових даних зацікавлених сторін, будуть проходити процедури фільтрування, імпорту та зберігання з використанням хмарної інфраструктури. Процедури передачі даних розроблено у формі діалогового зв'язку між зацікавленими сторонами (IoT-пристроями та системами, зовнішніми базами та сховищами даних, тощо) та хмарною інфраструктурою інформаційно-технологічної платформи. Метою двостороннього обміну даними є надання рекомендаційних рішень та висновків, сформованих для обширного кола зацікавлених сторін та кінцевих користувачів, а також активне накопичення даних із різних епідеміологічних зон. В залежності від епідеміологічної ситуації, інформація та повідомлення зацікавлених сторін будуть надходити до кінцевих користувачів з використанням мобільних інтерфейсів та застосунків. Після належного виконання профедур отримання фільтрації, імпорту та зберігання даних відповідна інформація буде передана до системи захисту даних для реалізації моделей розмежування прав доступу та забезпечення конфіденційності.

2. Безпека даних – це важливий етап функціонування інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19, який призначено для реалізації безпекових механізмів. Зокрема, конфіденційності, цілісності та доступності з метою убезпечення процедур збирання даних та формування надійних мереж [71], [72]. Персональна інформація про стан здоров'я громадян повинна залишатися

конфіденційною. Одним із ключових питань при реалізації безпекових функцій інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 є масштабованість, оскільки її використовуватиме обширне коло користувачів. Вирішення задачі масштабованості інформаційно-технологічної платформи потребує поєднання багатонаціонального блоку, множин вузлів та полегшеної структури.

3. Робочий процес, поданий на рисунку 3.4 у формі алгоритму, використовується для прогнозного моделювання. Процес починається з формування гіпотези, котра залежить від постановки задачі, в даному випадку це виявлення потенційних пацієнтів з COVID-19. Оскільки збирання даних з IoT-пристроїв та систем є безперервним процесом, то їх потрібно диференціювати на попередньо опрацьовані історичні та поточні дані. Поточні дані будуть використовуватися для процедур інтеграції та потокового аналітичного опрацювання.

4. На наступному етапі відбувається виконання процедури підготовки даних. Перед використанням дані проходять процедуру попереднього опрацювання для збільшення кількості навчальних прикладів у розділі підготовлених даних. Після обробки даних ініціюється процедура видобування знань з набору даних – інженерія об'єктів, котра дозволить підвищити якість прогнозування. З цього моменту починається процес навчання моделі, яка подає ці оброблені дані. Наступним кроком відбудеться налаштування гіперпараметрів на оптимальні рішення та оцінювання моделі. Цей процес відбуватиметься протягом багатьох ітерацій, поки не буде досягнуто бажаний результат. Потім відбудеться перевірка досягненні поставленої мети. У випадку негативного результату процедура буде повторена з початку, поки результат не співпаде з поставленою метою. Потім відбудеться розгортання моделі для реального використання. На цьому кроці присутні дві функції. Перша – це прогнозування в режимі реального часу для виявлення потенційних випадків інфікування COVID-19, друга – візуалізація даних для різних сценаріїв перебігу COVID-19.

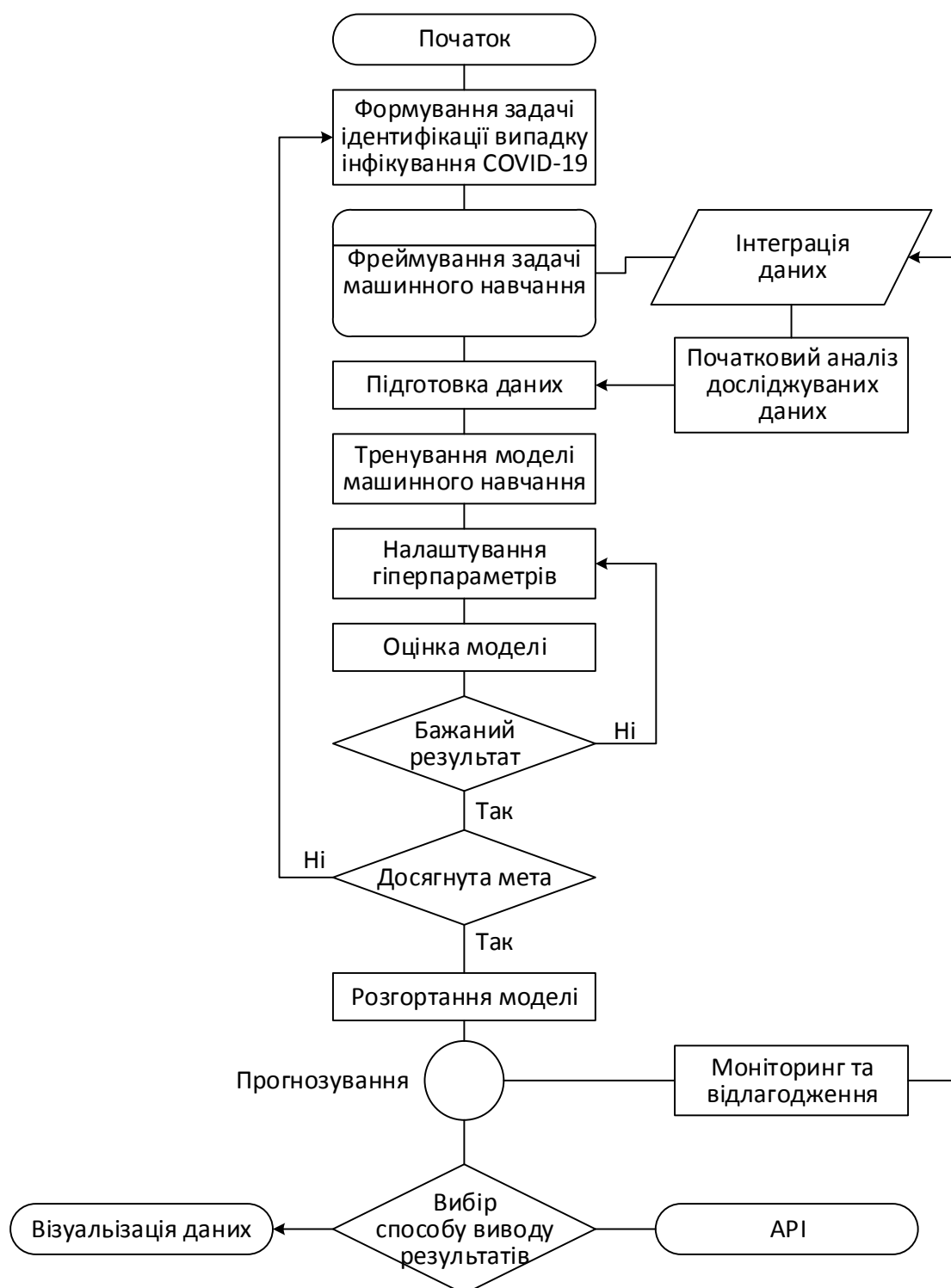


Рисунок 3.4 – Блок схема робочого процесу реалізації моделі машинного навчання

При цьому у запропонованому робочому процесі будуть доступні періодичний моніторинг та відлагодження з метою адаптивного оновлювання сформованої моделі.

5. Якщо не зроблено жодних припущень щодо структури даних, то немає потреби вибирати модель на основі методів машинного навчання. Натомість доцільно використати модель на основі теореми No Free Lunch (NFL) [73]. Для деяких наборів даних метод на основі векторних машин працює ефективно. При цьому нейронна мережа може продемонструвати прийнятні результати для інших типів колекцій даних. Жодна модель не може забезпечити найкращу роботу для різних наборів даних. В такому випадку потрібно спробувати та оцінити кожен з поданих вище методів. На практиці доцільніше зробити обґрунтовані припущення щодо даних та випробувати кілька обґрунтованих моделей. Після чого знайти найкращу.

6. Динамічна кластеризація. На цьому етапі, в процесі подальших досліджень, доцільно сформувати алгоритм кластеризації для окреслення стратегії виокремлення блоків даних. Доцільно сформувати динамічний алгоритм кластеризації, при використанні якого буде динамічно змінюватися та регулярно оновлюватися скорочення та розширення різних кластерів завдяки видобутим новим знанням про структуру аналізованих даних. При цьому спочатку потрібно використовувати дані щодо зараження та пересування громадян, опрацьовані на етапі аналітичного опрацювання. На основі них буде ініціалізовано кластер динамічного блокування. Після переадресації у механізм прийняття рішень кластер динамічного блокування залишатиметься незмінним до надходження нових відомостей від підсистеми аналітичного опрацювання. В такому випадку, нові дані та знання проходять перевірку на схожість із попередніми. Якщо дані подібні та немає потреби вносити зміни, то кластер блокування залишиться незмінним. В іншому випадку, якщо буде виявлено будь-яку неподібність, кластер блокування буде змінений відповідно до оновлених відомостей.

7. Механізм прийняття рішень: На цьому етапі буде видбуватися контроль усіх процедур різних попередніх етапів та формування кінцевих рішень та рекомендацій. Інформаційно технологічна платформа сформує план кластера.

### 3.5 Тестові колекції та набори даних

У роботі [74] автори подають відомості щодо попередньо оброблених та структурованих даних, котрі на їх думку придатні для машинного навчання. При цьому розглядаються випадки із документально підтвердженими симптомами. На основі цього авторами сформовано перелік з більш як 80 симптомів, значна кількість яких визнана синонімами. Внаслідок чого перелік симптомів було скорочено до менш як двадцяти. Злиття синонімічних симптомів було здійснено на основі консультацій з медичними експертами.

Попередній аналіз тестових наборів даних з відкритих міжнародних джерел привів до формування подібного переліку важливих симптомів COVID-19. Для тестування інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19 доцільно використати поданий вище перелік методів машинного навчання для ранжирування двадцяти одного симптому відповідно до їх важливості за наступними критеріями: спектральний показник, інформаційний показник, Кореляція Пірсона, відстань у межах класу, міжквартильний діапазон та зважування характеристик на основі дисперсії. Зазначений перелік критеріїв сформовано на основі відомостей, поданих в [75]. Останній критерій є відносно новим. Окрім класифікації симптомів COVID-19 він дозволяє призначати вагу важливості для кожного з них. Було виявлено, що найважливішими симптомами COVID-19, поданими в порядку спадання їх важливості є підвищена температура, кашель, втома, біль у горлі та задишка.

Виходячи з результатів попереднього опрацювання інформаційних колекцій даних в системі доцільно використовувати зазначені п'ять найважливіших симптомів. Окрім того потрібно додати додаткові функціональні набори. Перший з них слід призначити для встановлення чи громадянин проживає в локації, котру віднесено до високого рівня та чи його маршрут не пролягав поряд з потенційно зараженою територією. Другий

додатковий функціональний набір особливостей призначений для встановлення відомостей щодо контактів громадян з потенційно зараженими особами.

### **3.6 Тестування інформаційно-технологічної платформи**

Для тестування запропонованої в інформаційно-технологічній платформі хмарної інфраструктури було використано набір даних, що складається з понад чотирнадцяти тисяч підтверджених випадків COVID-19 із сховища COVID-19 Open Research Dataset (CORD-19) [76]. Набори даних містять різнотипові інформаційні колекції про кожен випадок.

Тестування хмарної інфраструктури проєктованої інформаційно-технологічної платформи було зосереджено на структурних елементах, що відповідають за зберігання інформаційних сутностей щодо симптомів COVID-19, історії хвороби та історії контактів з потенційно інфікованими громадянами.

Було проведено експеримент для вивчення можливості використання перелічених алгоритмів машинного навчання для швидкої та ефективної ідентифікації або прогнозування потенційних інфекцій громадян COVID-19. Однак частина задіяних інформаційних колекцій була неповною для великої кількості записів, зафіксованих у базі даних. Крім того, використані колекції даних не були структуровані належним чином для ефективного опрацювання з використанням алгоритмів машинного навчання.

### **3.7 Висновок до третього розділу**

В третьому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» виконано моделювання процесів відбору та агрегування даних щодо COVID-19. Описано сервісні функціональні набори інформаційно-технологічної платформи. Проаналізовано засоби аналітичного опрацювання відомостей

щодо COVID-19. Описано запропоновану процедуру інтеграції засобів аналітичного опрацювання в інформаційно-технологічну платформу. Розглянуто тестові колекції та набори даних. Описано процес та результати тестування інформаційно-технологічної платформи.



## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Дії роботодавця в разі виникнення у працівника COVID-19**

В роботодавців під час дії карантинних заходів виникає обширний перелік кадрових питань. Одним з важливих, серед них є питання, як діяти у випадку, якщо в одного або кількох працівників організації або підприємства виявлено COVID-19. На даний час немає єдиного нормативного документа, який би чітко та однозначно регламентував алгоритм дій роботодавця в такому випадку [77]. Проте є ряд різнотипових документів, роз'яснень та рекомендацій, якими потрібно послуговуватися роботодавцеві в подібних ситуаціях.

З метою запобігання та протидії пандемії COVID-19 в ряді областей на території України запроваджені та відбуваються карантинні заходи, які здійснюються на підставі Постанови Кабінету міністрів України (КМУ) від 22.07.2020 р. № 641 [78]. В цьому документі сформульовано основні правила та обмеження, яких слід дотримуватись та виконувати в період карантину. Але відомостей щодо реагування та дій роботодавців, у яких відбулося захворювання співробітників, у зазначеному документі досить мало. Зокрема відсутні формулювання щодо обов'язків роботодавців щодо виконання певних дій в таких випадках.

Постанові КМУ № 641 присутній ряд рекомендацій щодо діяльності підприємств. Вони стосуються заходів протиепідемічного характеру для співробітників підприємства. Відповідно до діючого законодавства співробітникові, у якого лабораторно підтверджено випадок захворювання COVID-19, буде виданий листок непрацездатності. При цьому є прямо передбачений обов'язок роботодавця – оплата працівникові часу непрацездатності за правилами, установленими Законом України Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від 23.09.1999 р. № 1105-XIV [79] і Порядком, затвердженим постановою КМУ від

26.06.2015 р. № 440. Працівникам, які захворіли на COVID-19, лікарняний оплачується в залежності від їхнього страхового стажу.

Згідно п. 51 ч. 1 ст. 22 Закону № 1105 передбачено, що допомога з тимчасової непрацездатності надається застрахованій особі у формі матеріального забезпечення, яке повністю або частково компенсує втрату зарплати на період перебування в медустановах, а також на період самоізоляції під медичним наглядом у зв'язку із проведенням заходів, спрямованих на запобігання виникненню та поширенню COVID-19, а також локалізацію та ліквідацію її спалахів та епідемій. Така допомога не залежить від страхового стажу, а виплачується в розмірі 50% середньої зарплати (доходу) (ч. 2 ст. 24 Закону № 1105).

У зв'язку з введенням карантинних заходів були внесені зміни до Закону № 1105 Відповідно до яких, на даний час оплату періоду часу непрацездатності працівників здійснюють не тільки особам, які захворіли COVID-19, але й особам, які перебувають в режимі самоізоляції під медичним контролем.

Також внесено зміни, пов'язані з оплатою лікарняних, виданих у випадку самоізоляції працівника. Але, оскільки Порядок № 440 не був приведений у відповідність із Законом № 1105, то в роботодавців виникає запитання, як у такому випадку здійснювати оплату перших 5 днів хвороби: виходячи зі страхового стажу працівника чи в розмірі 50%, відповідно до ч. 2 ст. 24 Закону № 1105. Тут слід керуватися роз'ясненням Мінсоцполітики (лист від 15.05.2020 р. № 5183/0/290-20), відповідно до якого виплачувати допомогу за перші 5 днів потрібно в розмірі, установленому ч. 2 ст. 24 Закону № 1105 (тобто 50%).

Особам, які перебувають на самоізоляції під медичним наглядом, видаються листки непрацездатності на підставі п. 5.2 Інструкції, затвердженої наказом МОЗ від 13.11.2001 р. № 455, лікарем на період, визначений законодавством і галузевими стандартами в сфері охорони здоров'я. Перелік випадків, коли громадяни підлягають самоізоляції, подано

в п. 20 Постанови № 641. А саме, самоізоляції підлягають громадяни, які мали контакт із пацієнтом з підтвердженим випадком COVID-19, крім осіб, які під час виконання службових обов'язків використовували засоби індивідуального захисту відповідно до рекомендацій щодо їхнього застосування. В такому випадку, якщо було дотримано всіх запобіжних заходів, то необхідності в самоізоляції громадянина немає.

Лікарі епідеміологи визначають хто підлягає самоізоляції та видають листки непрацездатності. Тоді роботодавець буде зобов'язаний оплатити лікарняний у розмірі 50% середньої зарплати працівника. Роботодавець не повинен встановлювати, чи був у працівника контакт із захворілим на COVID-19 громадянином, але за власною ініціативою та за свій рахунок роботодавець має право це зробити. Роботодавець може самостійно вжити заходів безпеки та, якщо є можливість, тимчасово перевести працівників, які знаходились в контакті із захворілим, в режим дистанційної роботи. За бажання та можливості, працівники, які контактували із захворілим на COVID-19, можуть взяти щорічну відпустку або відпустку без збереження заробітної плати на підставі ст. 26 Закону від 15.11.96 р. № 504/96-ВР.

Випадки, коли тестування на COVID-19 проводиться в обов'язковому порядку, перелічено в ст. 351 Закону від 06.04.2000 р. № 1645-III. Тестування є обов'язковим для осіб, які звертаються за медичною допомогою з ознаками COVID-19 та мали встановлений контакт з особою, хворою на COVID-19.

Внаслідок проведеного аналізу можемо зробити висновки, що на даний час відсутній визначений законодавством алгоритм дій роботодавця у випадку захворювання працівника COVID-19.

Основний обов'язок роботодавця за наявності працівників, які захворіли на COVID-19 – оплатити листок непрацездатності, котрий оформлено оформлений захворілою особою або особою, що перебуває на самоізоляції під медичним контролем. Всі інші заходи безпеки роботодавець вживає в добровільному порядку.

## **4.2 Здоровий спосіб життя людини та його вплив на професійну діяльність**

Здоров'я людини базується на основі генетичних факторів, способу ведення життя та зовнішніх екологічних умов. В певній мірі воно залежить від ставлення до себе та оточення. Здоров'я людини – це стан повного соціально-біологічного комфорту у випадку коли функція всіх органів і систем людського організму збалансовані з природним та соціальним середовищем, що супроводжується відсутністю стресів та хвилювань, хворобливих станів та фізичних дефектів. Здоров'я людини визначається комплексом критеріїв та показників. При цьому в загальному здоров'я особи можна визначити як природний стан організму, що супроводжується повною зрівноваженістю будь-яких проявів чи відсутністю хворобливих змін [80]. Здоров'я залежить від багатьох факторів які об'єднуються в одну інтегральну сутність – здоровий спосіб життя. Головною його метою є навчити людину розумно та помірковано ставитися до свого здоров'я, фізичної та психічної культури, здійснювати загартовування свого організму, ефективно організовувати працю та відпочинок.

Ключові складові здорового способу життя:

1. Спосіб життя. Має велике значення для забезпечення здоров'я людини і складається з чотирьох категорій: економічної (рівень життя), соціологічної (якість життя), соціально-психологічної (стиль життя) та соціально-економічної (устрій життя).

2. Рівень культури. Слід пам'ятати, що людина водночас є суб'єктом і головним результатом своєї діяльності. З цієї точки зору культура – це самосвідоме ставлення до самого себе. Люди часто нехтують своїм здоров'ям, ведуть неправильний спосіб життя, не дотримуються режиму, переїдають, курять. Для здоров'я потрібні знання, які увійшли б у повсякденну звичку людини.

3. Здоров'я в ієрархії потреб. Не завжди в житті людини здоров'я займає чільне місце порівняно з матеріальними речами та благами. Це призводить до шкоди власному здоров'ю та здоров'ю нащадків. Тому здоров'я повинно займати перше місце в ієрархії потреб людини.

4. Мотивування. На жаль, ціну здоров'я переважна більшість людей усвідомлює лише тоді, коли воно суттєво втрачено. Тоді виникає потреба та прагнення вилікувати захворювання та стати здоровим.

5. Зворотні зв'язки. Нерозумне і довготривале випробовування стійкості свого організму нездоровим способом життя, зловживання алкоголем та нікотинном. Тільки через певний час спрацьовують зворотні зв'язки людини, коли вона кидає шкідливі звички, проте часто запізно.

6. Установа на довге здорове життя. У повсякденному житті потрібно вміло мобілізувати резерви свого організму на подолання життєвих труднощів, зменшення ризику захворювань, що, в свою чергу, сприяє довголіттю.

7. Навчання здоровому способу життя. Джерелом життєвих навичок щодо цього передусім є приклад власних батьків. Також допомагає санітарна або медична освіта. Важливим фактором, що визначає реакцію людини на екстремальні ситуації є персональні психофізичні якості та загальний емоційний стан. Вони проявляються через здатність індивіда до виявлення сигналів небезпеки та адекватну реакцію на них. Показники, які зумовлюють здібності людини до виявлення небезпечних ситуацій, адекватного та ефективного реагування, суттєво залежать від персональних особливостей, зокрема нервової системи. На поведінку людини у стресових та небезпечних ситуаціях суттєво впливає її психічний, емоційний та фізичний стан.

8. Психічний стан. Сучасна людина зустрічається обширним переліком різноманітних факторів ризику, що негативно впливають на стан нервової та серцево-судинної систем, знижуючи при цьому загальні показники опірності організму. Це спричиняє стресову реакцію організму. Наприклад, психо-емоційна травма внаслідок конфлікту, виводить людину з нормального

психічного стану, що може спричинити суттєві зміни загального та професійного функціонального стану. У перекладі «стрес» означає «напруження», тобто відповідь організму на поставлену перед ним проблему.

Стрес – це сукупність загальних неспецифічних біохімічних, фізіологічних і психологічних реакцій організму внаслідок дії надзвичайних подразників різної природи і характеру, які викликають порушення функцій органів [81]. Повне звільнення від стресу означає неминучу смерть, тому слабкий рівень стресу нормальним життєвим явищем та потрібен для реалізації людської повноцінності. Проте якщо стрес є довготривалим та інтенсивним, то він може стати основою розвитку захворювань або призвести до смерті. Провідні медичні та соціологічні дослідження серед різних категорій та груп населення демонструють, що люди по різному реагують на стресові та надзвичайні ситуації.

Стійкість організму до різноманітних стресових станів є дуже індивідуальною характеристикою організму людини. Деякі люди без усіляких наслідків переносять надзвичайно складні та екстремальні ситуації, ніколи не втрачають свідомість, втрачають сили волі, психологічну рівновагу. Інші вже при незначних екстремальних ситуаціях втрачають витримку та віру в себе. Для загартування психічного стану людині потрібно використовувати фізичну працю, заняття спортом, прогулянки на свіжому повітрі та інші природні фактори.

По-друге, вміння володіти собою, керувати емоціями, психо-емоційним напруженням. Це значить постійно контролювати свої дії, вчинки, залишатися врівноваженим навіть у найбільш напружених обставинах

Виходячи із концепції фізичного здоров'я організму людини, основним його критерієм слід вважати енергопотенціал біосистеми, оскільки життєдіяльність будь-якого живого організму залежить від акумуляції і мобілізації енергії для забезпечення фізичних функцій. Здоров'я людини, опірність її організму до несприятливих умов навколишнього середовища, працездатність значною мірою залежать від харчування.

## ВИСНОВКИ

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр»:

- Висвітлено пандемію COVID-19.
- Подано огляд стану сучасних досліджень щодо відбору та опрацювання даних про COVID-19.
- Описано IoT-пристрої для відбору даних щодо COVID-19.
- Розглянуто комунікаційні мережі в контексті їх використання в системах відбору та опрацювання відомостей щодо COVID-19.
- Описано особливості хмарної інфраструктури.
- Проаналізовано IoT-платформи для виявлення та моніторингу COVID-19.
- Висвітлено розпізнавання аудіо-даних для виявлення COVID-19.

В другому розділі кваліфікаційної роботи:

- Описано проектування структури інформаційно-технологічної платформи.
- Виконано проектування архітектури інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.
- Змодельовано структуру класів інформаційно-технологічної платформи для відбору та опрацювання даних щодо COVID-19.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи:

- Подано моделювання процесів відбору та агрегування даних щодо COVID-19.
- Описано сервісні функціональні набори інформаційно-технологічної платформи.
- Проаналізовано засоби аналітичного опрацювання відомостей щодо COVID-19.
- Виконано інтеграцію засобів аналітичного опрацювання в інформаційно-технологічну платформу.
- Розглянуто тестові колекції та набори даних.

- Описано процес та результати тестування інформаційно-технологічної платформи.

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»:

- Описано дії роботодавця в разі виникнення у працівника COVID-19.
- Висвітлено здоровий спосіб життя людини та його вплив на професійну діяльність.



## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

- 1 Jones, B.A.; Betson, M.; Pfeiffer, D.U. Eco-social processes influencing infectious disease emergence and spread. *Parasitology* 2017, *144*, 26-36.
- 2 Worldometer. Coronavirus Cases. <https://www.worldometers.info/coronavirus/>.
- 3 P.M. Hlaing, T.R. Nopparatjamjomras, S. Nopparatjamjomras, Digital technology for preventative health care in Myanmar, *Digital Medicine* 4 (3) (2018) 117–121, [https://doi.org/10.4103/digm.digm\\_25\\_18](https://doi.org/10.4103/digm.digm_25_18).
- 4 Coronaviruscases: URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus>.
- 5 WHO coronavirus disease (COVID-19) dashboard. World Health Organization. 2020. URL: <https://covid19.who.int/>.
- 6 Y. Roussel, A. Giraud-Gatineau, M.-T. Jimeno, J.-M. Rolain, C. Zandotti, P. Colson, D. Raoult, Sars-cov-2: fear versus data, *International Journal of Antimicrobial Agents* (2020) 105947.
- 7 X. Jiang, S. Rayner, M.-H. Luo, Does sars-cov-2 has a longer incubation period than sars and mers?, *Journal of medical virology* (2020).
- 8 M. A. Shereen, S. Khan, A. Kazmi, N. Bashir, R. Siddique, Covid-19 infection: origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses, *Journal of Advanced Research* (2020).
- 9 G. O. Fosu, G. Edunyah, Flattening the exponential growth curve of covid19 in ghana and other developing countries; divine intervention is a necessity, *Divine Intervention Is A Necessity* (March 31, 2020) (2020).
- 10 Y. Yang, F. Peng, R. Wang, K. Guan, T. Jiang, G. Xu, J. Sun, C. Chang, The deadly Coronaviruses: The 2003 SARS pandemic and the 2020 novel Coronavirus epidemic in china, *Journal of Autoimmunity* 109 (2020) 102434.
- 11 M. Usak, M. Kubiato, M.S. Shabbir, O.V. Dudnik, K. Jermstittiparsert, L. Rajabion, Health care service delivery based on the Internet of things: a systematic and comprehensive study, *Int. J. Commun. Syst.* 33 (2) (2020), e4179.

- 12 F. Wu, T. Wu, M.R. Yuce, An internet-of-things (IoT) network system for connected safety and health monitoring applications, *Sensors* 19 (1) (2019) 21.
- 13 M. Rath, B. Pattanayak, Technological improvement in modern health care applications using Internet of Things (IoT) and proposal of novel health care approach, *Int. J. Hum. Rights Healthcare* 12 (2) (2019) 148–162, <https://doi.org/10.1108/IJHRH-01-2018-0007>.
- 14 A. Darwish, A.E. Hassanien, M. Elhoseny, A.K. Sangaiah, K. Muhammad, The impact of the hybrid platform of internet of things and cloud computing on healthcare systems: opportunities, challenges, and open problems, *J. Ambient Intell. Hum. Comput.* 10 (10) (2019) 4151–4166.
- 15 C.-L. Zhong, Y.-L. Li, Internet of things sensors assisted physical activity recognition and health monitoring of college students, *Measurement* 159 (2020), 107774.
- 16 S. Din, A. Paul, Erratum to “Smart health monitoring and management system: toward autonomous wearable sensing for Internet of Things using big data analytics, *Future Gener. Comput. Syst* 91 (2019) 611–619.
- 17 M. Otoom, H. Alshraideh, H.A. Almasaeid, D. Lopez-de-Ipina, J. Bravo, Real-time~ statistical modeling of blood sugar, *J. Med. Syst.* 39 (10) (2015) 123.
- 18 H. Alshraideh, M. Otoom, A. Al-Araida, H. Bawaneh, J. Bravo, A web based cardiovascular disease detection system, *J. Med. Syst.* 39 (10) (2015) 122.
- 19 T.T. Nguyen, Artificial Intelligence in the Battle against Coronavirus (COVID-19): A Survey and Future Research Directions, 2020, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36491.23846>.
- 20 H.S. Maghdid, K.Z. Ghafoor, A.S. Sadiq, K. Curran, K. Rabie, A Novel AI-Enabled Framework to Diagnose Coronavirus COVID-19 Using Smartphone Embedded Sensors: Design Study, arXiv preprint arXiv:2003.07434, 2020.
- 21 Z. Allam, D.S. Jones, On the coronavirus (COVID-19) outbreak and the smart city network: universal data sharing standards coupled with artificial

intelligence (AI) to benefit urban health monitoring and management, *Healthcare* 8 (1) (2020) 46.

22 S.A. Fatima, N. Hussain, A. Balouch, I. Rustam, M. Saleem, M. Asif, IoT enabled smart monitoring of coronavirus empowered with fuzzy inference system, *Int. J. Adv. Res. Ideas Innov. Technol.* 6 (1) (2020).

23 A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, M. Ayyash, Internet of things: a survey on enabling technologies, protocols, and applications, *IEEE Commun. Surveys Tutorials* 17 (4) (2015) 2347–2376.

24 A.V. Dastjerdi, R. Buyya, Fog computing: helping the Internet of Things realize its potential, *Computer* 49 (8) (2016) 112–116.

25 K. Zhao, L. Ge, A survey on the internet of things security, in: 2013 9th International Conference on Computational Intelligence and Security (CIS), IEEE, 2013, pp. 663–667.

26 Internet of Medical Things, Forecast to 2021 [Online]: <https://store.frost.com/internet-of-medical-things-forecastto-2021.html>.

27 C. Camara, P. Peris-Lopez, J.E. Tapiador, Security and privacy issues in implantable medical devices: a comprehensive survey, *J. Biomed. Inform.* 55 (2015) 272–289.

28 R. RITawy, A.M. Youssef, Security tradeoffs in cyber physical systems: a case study survey on implantable medical devices, *IEEE Access* 4 (2016) 959–979.

29 M. A. Rahman, A. T. Asyhari, S. Azad, M. M. Hasan, C. P. Munaiseche, M. Krisnanda, A cyber-enabled mission-critical system for post-flood re33 Journal Pre-proof sponse: Exploiting tv white space as network backhaul links, *IEEE Access* 7 (2019) 100318–100331.

30 Javaid, Mohd, and Ibrahim Haleem Khan. "Internet of Things (IoT) enabled healthcare helps to take the challenges of COVID-19 Pandemic." *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* 11.2 (2021): 209-214.

- 31 Ootom, Mwaffaq, et al. "An IoT-based framework for early identification and monitoring of COVID-19 cases." *Biomedical Signal Processing and Control* 62 (2020): 102149.
- 32 Guth, J.; Breitenbucher, U.; Falkenthal, M.; Fremantle, P.; Kopp, O.; Leymann, F.; Reinfurt, L. A detailed analysis of IoT platform architectures: Concepts, similarities, and differences. In *Internet of Everything*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2018; pp. 81-101.
- 33 Uddin, M.Z.; Hassan, M.M.; Alsanad, A.; Savaglio, C. A body sensor data fusion and deep recurrent neural network-based behavior recognition approach for robust healthcare. *Inf. Fusion* 2020, 55,105-115.
- 34 Yang, Y.; Nan, F.; Yang, P.; Meng, Q.; Xie, Y.; Zhang, D.; Muhammad, K. GAN-based semi-supervised learning approach for clinical decision support in health-IoT platform. *IEEE Access* 2019, 7, 8048-8057.
- 35 Rubi, J.N.S.; Gondim, P.R.D.L. Interoperable Internet of Medical Things platform for e-Health applications. *Int. J. Distrib. Sens. Netw.* 2020,16,1550147719889591.
- 36 Nasajpour, M.; Pouriye, S.; Parizi, R.M.; Dorodchi, M.; Valero, M.; Arabnia, H.R. Internet of Things for current COVID-19 and future pandemics: An exploratory study. *J. Healthc. Inform. Res.* 2020, 4, 325-364.
- 37 Ting, D.S.W.; Carin, L.; Dzau, V.; Wong, T.Y. Digital technology and COVID-19. *Nat. Med.* 2020, 26, 459-461.
- 38 Ndiaye, M.; Oyewobi, S.S.; Abu-Mahfouz, A.M.; Hancke, G.P.; Kurien, A.M.; Djouani, K. IoT in the wake of COVID-19: A survey on contributions, challenges and evolution. *IEEE Access* 2020, 8,186821-186839.
- 39 Terroso-Saenz, F.; Gonzalez-Vidal, A.; Ramallo-Gonzalez, A.P.; Skarmeta, A.F. An open IoT platform for the management and analysis of energy data. *Future Gener. Comput. Syst.* 2019, 92,1066-1079.
- 40 Benammar, M.; Abdaoui, A.; Ahmad, S.H.; Touati, F.; Kadri, A. A modular IoT platform for real-time indoor air quality monitoring. *Sensors* 2018,18,581.

- 41 Mineraud, J.; Mazhelis, O.; Su, X.; Tarkoma, S. A gap analysis of Internet-of-Things platforms. *Comput. Commun.* 2016, 89, 5-16.
- 42 Das, S. A Machine Learning Model for Detecting Respiratory Problems using Voice Recognition. In Proceedings of the 2019 IEEE 5th International Conference for Convergence in Technology (I2CT), Bombay, India, 29-31 March 2019; pp. 1-3.
- 43 Cho, Y.; Bianchi-Berthouze, N.; Julier, S.J. DeepBreath: Deep learning of breathing patterns for automatic stress recognition using low-cost thermal imaging in unconstrained settings. In Proceedings of the 2017 Seventh International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), San Antonio, TX, USA, 23-26 October 2017; pp. 456-463.
- 44 Subirana, B.; Hueto, F.; Rajasekaran, P.; Laguarda, J.; Puig, S.; Malveyh, J.; Mitja, O.; Trilla, A.; Moreno, C.I.; Valle, J.F.M.; et al. Hi Sigma, do I have the Coronavirus?: Call for a New Artificial Intelligence Approach to Support Health Care Professionals Dealing With The COVID-19 Pandemic. *arXiv* 2020, arXiv:2004.06510.
- 45 Anthes, E. Alexa, do I have COVID-19? *Nature* 2020, 586, 22-25.
- 46 SM, U.S.; Ganesan, R.; Katiravan, J.; Ramakrishnan, M.; Ruhin Kouser, R. Mobile application based speech and voice analysis for COVID-19 detection using computational audit techniques. *Int. J. Pervasive Comput. Commun.* 2020.
- 47 Deshpande, G.; Schuller, B. An Overview on Audio, Signal, Speech, & Language Processing for COVID-19. *arXiv* 2020, arXiv:2005.08579.
- 48 Rahman, Md Arafatur, et al. "Data-driven dynamic clustering framework for mitigating the adverse economic impact of Covid-19 lockdown practices." *Sustainable Cities and Society* 62 (2020): 102372.
- 49 M.A. Alzubaidi, M. Otoom, N. Otoum, Y. Etoom, R. Banihani, A Novel Computational Method for Assigning Weights of Importance to Symptoms of COVID-19 Patients, 2020. Under Review.

50 J. Medina, M. Espinilla, A.L. García-Fernández, L. Martínez, Intelligent multi-dose medication controller for fever: from wearable devices to remote dispensers, *Comput. Electrical Eng.* 65 (2018) 400–412.

51 Y. Umayahara, Z. Soh, K. Sekikawa, T. Kawae, A. Otsuka, T. Tsuji, A mobile cough strength evaluation device using cough sounds, *Sensors* 18 (2018) 3810.

52 D. Ichwana, R.Z. Ikhlas, S. Ekariani, Heart rate monitoring system during physical exercise for fatigue warning using non-invasive wearable sensor, in: 2018 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), Bandung – Padang, Indonesia, 2018, pp. 497–502.

53 B. Askarian, S.-H. Yoo, J.W. Chong, Novel image processing method for detecting strep throat (streptococcal pharyngitis) using smartphone, *Sensors* 19 (15) (2019) 3307.

54 A. Gaidhani, K.S. Moon, Y. Ozturk, S.Q. Lee, W. Youm, Extraction and analysis of respiratory motion using wearable inertial sensor system during trunk motion, *Sensors (Basel)* 17 (12) (2017) 2932, <https://doi.org/10.3390/s17122932>.

55 Kallel, Ameni, Molka Rekik, and Mahdi Khemakhem. "IoT-fog-cloud based architecture for smart systems: Prototypes of autism and COVID-19 monitoring systems." *Software: Practice and Experience* 51.1 (2021): 91-116.

56 World Health Organization. Coronavirus Symptoms. [https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab\\_3](https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_3).

57 Jeong, Hyoyoung, John A. Rogers та Shuai Xu. "Постійне зондування на тілі пандемії COVID-19: прогалини та можливості". *Наукові досягнення* 6.36 (2020): eabd4794.

58 Ndiaye, M.; Oyewobi, S.S.; Abu-Mahfouz, A.M.; Hancke, G.P.; Kurien, A.M.; Djouani, K. IoT in the wake of COVID-19: A survey on contributions, challenges and evolution. *IEEE Access* 2020, 8, 186821–186839.

59 Ramallo-González, Alfonso P., Aurora González-Vidal, and Antonio F. Skarmeta. "CIoTVID: Towards an Open IoT-Platform for Infective Pandemic Diseases such as COVID-19." *Sensors* 21.2 (2021): 484.

60 Lee, H.; Ko, H.; Lee, J. Reflectance pulse oximetry: Practical issues and limitations. *ICT Express* 2016, 2, 195–198.

61 Panwar, Shailesh Singh, and Y. P. Raiwani. "Improving the Performance of Classification Algorithms with Supervised Filter Discretization Using WEKA on NSL-KDD Dataset." *Advances in Air Pollution Profiling and Control*. Springer, Singapore, 2020. 217-227.

62 P.N. Tan, *Introduction to Data Mining*, Pearson Education, India, 2018.

63 Hosseinzadeh, Aryan, Amin Moeinaddini, and Ali Ghasemzadeh. "Investigating factors affecting severity of large truck-involved crashes: Comparison of the SVM and random parameter logit model." *Journal of safety research* (2021).

64 Lin, Jerry Chun-Wei, et al. "ASRNN: a recurrent neural network with an attention model for sequence labeling." *Knowledge-Based Systems* 212 (2021): 106548.

65 Zhang, Huan, Liangxiao Jiang, and Liangjun Yu. "Attribute and instance weighted naive Bayes." *Pattern Recognition* 111 (2021): 107674.

66 Maleki, Negar, Yasser Zeinali, and Seyed Taghi Akhavan Niaki. "A k-NN method for lung cancer prognosis with the use of a genetic algorithm for feature selection." *Expert Systems with Applications* 164 (2021): 113981.

67 Jochem, Patrick, Christopher Lisson, and Arpita Asha Khanna. "The role of coordination costs in mode choice decisions: A case study of German cities." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 149 (2021): 31-44.

68 Hedayati, Sara, et al. "Selection of appropriate hydrocolloid for eggless cakes containing chubak root extract using multiple criteria decision-making approach." *LWT* 141 (2021): 110914.

69 Oner, Tahsin, et al. "Filters of strong Sheffer stroke non-associative MV-algebras." *Analele Stiintifice ale Universitatii Ovidius Constanta* 29.1 (2021): 143-164.

70 AL-Behadili, Hayder Naser Khraibet. "Decision Tree for Multiclass Classification of Firewall Access."

71 H. Tao, M. Z. A. Bhuiyan, M. A. Rahman, T. Wang, J. Wu, S. Q. Salih, Y. Li, T. Hayajneh, Trustdata: Trustworthy and secured data collection for event detection in industrial cyber-physical system, IEEE Transactions on Industrial Informatics (2019).

72 M. A. Rahman, T. Assihary, Scalable machine learning-based intrusion detectionsystem for iot-enabled smart cities, Sustainable Cities and Society (2020) submitted.

73 D. H. Wolpert, The lack of a priori distinctions between learning algorithms, Neural computation 8 (7) (1996) 1341–1390.

74 Ootom, Mwaffaq, et al. "An IoT-based framework for early identification and monitoring of COVID-19 cases." Biomedical Signal Processing and Control 62 (2020): 102149.

75 L.H. Lorena, A.C. Carvalho, A.C. Lorena, Filter feature selection for one-class classification, J. Intell. Rob. Syst. 80 (1) (2015) 227–243.

76 COVID-19 Open Research Dataset (CORD-19), 2020, <https://doi.org/10.5281/zenodo.3715506>. Version 2020-03-13. Retrieved from: <https://pages.semanticscholar.org/coronavirus-research>.

77 Дії роботодавця, якщо у працівника виявлено коронавірус. <https://oppb.com.ua/news/diyi-robotodavcya-yakshcho-u-pracivnyka-vyyavleno-koronavirus>.

78 Постанови Кабінету міністрів України від 22.07.2020 р. № 641. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/641-2020-%D0%BF#Text>.

79 Законом України Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від 23.09.1999 р. № 1105-XIV. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14#Text>.

80 Здоровий спосіб життя та його вплив на професійну діяльність людини. <https://buklib.net/books/27545/>.

81 Що таке стрес та як з ним боротися? <https://phc.org.ua/news/scho-take-stres-ta-yak-z-nim-borotися>.



# ДОДАТКИ

**Тези конференції**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

**МАТЕРІАЛИ**

**VIII НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,  
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



**9–10 грудня 2020 року**

**ТЕРНОПІЛЬ  
2020**

<b>Б. Гнатків, Н. Кунанець</b> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНЕ МІСТО»	
<b>B. Hnatkiv, N. Kunanets</b> INFORMATION SYSTEM FOR PROVIDING FUNCTIONAL POSSIBILITIES OF THE "SMART CITY" CONCEPT	77
<b>Д. Манько, Н. Кунанець</b> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ГОЛОСУВАННЯ З КРИПТОГРАФІЧНИМ ЗАХИСТОМ ДАНИХ	
<b>D. Manko, N. Kunanets</b> ELECTRONIC VOTING INFORMATION SYSTEM WITH CRYPTOGRAPHIC DATA PROTECTION	78
<b>П. Місярка, Н. Кунанець</b> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ ДОЗВІЛЛЯ З ВРАХУВАННЯМ ЕТНІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕГІОНУ	
<b>P. Misyurka, N. Kunanets</b> INFORMATION SYSTEM OF LEISURE ORGANIZATION TAKING INTO ACCOUNT THE ETHNIC PECULIARITIES OF THE REGION	79
<b>С. Сем'янчук, Т. Шестакевич, Н. Кунанець</b> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА СУПРОВОДУ СОЦІАЛЬНИХ ПРОЕКТІВ	
<b>S. Semyanchuk, T. Shestakevich, N. Kunanets</b> INFORMATION SYSTEM OF SOCIAL PROJECT SUPPORT	80
<b>А. Юськевич, Н. Кунанець</b> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД	
<b>A. Yuskevich, N. Kunanets</b> TERRITORIAL COMMUNITY DEVELOPMENT INFORMATION SYSTEM	81
<b>А. Ванник, В. Гніздох, Т. Масевський</b> АНАЛІТИЧНЕ ОПРАЦЮВАННЯ ВІДОМОСТЕЙ ЩОДО COVID-19	
<b>A. Vanyk, V. Hnizdiukh, O. Yaiechnyk, T. Maievskiy</b> ANALYTICAL PROCESSING OF COVID-19 INFORMATION	82
<b>А. Ванник, О. Притоцький, О. Ясчик., Т. Масевський</b> ВИКОРИСТАННЯ ІОТ-ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ВІДБОРУ БІОМЕДИЧНИХ ДАНИХ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ COVID-19	
<b>A. Vanyk, O. Prytotskiy, O. Yaiechnyk, T. Maievskiy</b> USE OF IOT DEVICES FOR BIOMEDICAL DATA SELECTION IN A COVID- 19 PANDEMIC	83
<b>І. Дурибаба, Н. Кунанець</b> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНСУЛЬТУВАННЯ ТА ОНЛАЙН ЗАПИСУ ДЕРМАТОЛОГІЧНОГО ЦЕНТРУ	
<b>I. Durybaba, N. Kunanets</b> THE INFORMATION SYSTEM FOR REMOTE CONSULTATION AND ONLINE RECORDING OF THE DERMATOLOGICAL CENTRE	84
<b>Я. Ватаг, А. Василюк, Н. Кунанець</b> СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ З ВИБОРУ РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ МІСТА ЛЬВОВА	
<b>J. Vatag, A. Vasyliuk, N. Kunanets</b> CREATION OF A SYSTEM OF PROVIDING RECOMMENDATIONS FOR THE CHOICE OF ENTERTAINMENT FACILITIES OF THE CITY OF LVIV	85
<b>А. Крашівський</b> РОЗРОБКА ВЕБ-СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ NODE.JS ТА MONGODB НА ПРИКЛАДІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ HR-ПРОЦЕСІВ	
<b>A. Krashivskiy</b> WEB SYSTEM DEVELOPMENT USING NODE.JS AND MONGODB ON EXAMPLES OF HR-PROCESS AUTOMATION SYSTEM	86

УДК 004.62

**Ваник А.Г., Гніздюх В.Г., Яєчник О.П., Маєвський Т.О.**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

## **АНАЛІТИЧНЕ ОПРАЦЮВАННЯ ВІДОМОСТЕЙ ЩОДО COVID-19**

UDC 004.62

**Vanyk A.H., Hnizdiukh V.H., Yaiechnyk O.P., Maievskiy T.O.**

## **ANALYTICAL PROCESSING OF COVID-19 INFORMATION**

Глобальна пандемія Covid-19 вимагає комплексної та глобальної реакції всіх світових та національних медичних організацій та установ, що функціонують в галузі охорони здоров'я. Covid-19 спричинив загострення проблем в галузі охорони здоров'я та виявив необхідність безперешкодного, швидкого та своєчасного обміну даними щодо глобальних пандемій та підвищив вимоги щодо оперативного реагування [1]. Оскільки COVID-19 швидко поширився по всьому світу, ефективне використання моделей прогнозування може відіграти визначну роль для допомоги в управлінні ресурсами охорони здоров'я та плануванні профілактичних заходів.

Алгоритми та методи аналітичного опрацювання даних – це добре відомі інструменти та засоби для розроблення прогнозних моделей та практичного аналізу даних. З їх використанням можна видобувати приховану або неявно подану корисну інформацію з наборів та колекцій необроблених даних [2]. Видобуті знання та відомості щодо глобальної пандемії COVID-19 можуть бути використані не тільки в галузі охорони здоров'я а й у різних сферах. На даний час в галузі охорони здоров'я створено та продовжується накопичення великої кількості даних щодо COVID-19, включаючи дані про пацієнтів, супутні захворювання та діагнози.

В інтелектуальному аналізі відомостей щодо COVID-19, виділяють дві категорії завдань. Перша категорія – це описові завдання, що стосуються загальних властивостей даних про COVID-19. Друга категорія – це передбачувальні (прогнозні) завдання, основною метою яких є побудова моделей, що можуть оцінити відображення корисних знань від інформаційних входів до виходів за допомогою навчальної вибірки даних. Навчені моделі можуть бути використані для прогнозування результатів для наборів вхідних відомостей щодо COVID-19. У порівнянні з традиційним статистичним аналізом, методи, що відносяться до другої категорії будуть більш гнучкими та ефективними в задачах дослідницького аналізу [3].

Це лише початок наукових досліджень щодо аналітичного опрацювання відомостей, зібраних про COVID-19 з різнотипових джерел. Незважаючи на те, що сформовані на даний час прогнозні моделі не дуже точні [2], вони можуть бути корисними для побудови точних моделей на основі більшої агрегації даних щодо COVID-19. Відставання у прогнозуванні може бути наслідком неоднозначності захворюваності в різних країнах. Подальші дослідження потребують поглибленого аналізу доступних наукових джерел.

### **Література.**

1. Radanliev, Petar, David De Roure, and Rob Walton. "Data mining and analysis of scientific research data records on Covid-19 mortality, immunity, and vaccine development-In the first wave of the Covid-19 pandemic." *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* 14.5 (2020): 1121-1132.
2. Ayyoubzadeh, Seyed Mohammad, et al. "Predicting COVID-19 incidence through analysis of google trends data in iran: data mining and deep learning pilot study." *JMIR Public Health and Surveillance* 6.2 (2020): e18828.
3. Sherstinsky, Alex. "Fundamentals of recurrent neural network (rnn) and long short-term memory (lstm) network." *Physica D: Nonlinear Phenomena* 404 (2020): 132306.

*IV Міжнародна студентська науково - технічна конференція  
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"*

Міністерство освіти і науки України,  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя  
Маріборський університет (Словенія)  
Технічний університет в Кошице (Словаччина)  
Каунаський технологічний університет (Литва)  
Львівський національний університет  
імені Івана Франка,  
Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця  
(Польща)  
Луцький національний технічний університет,  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича,  
Вроцлавський економічний університет (Польща)  
Донбаська державна машинобудівна академія



*Студентське наукове товариство*



**IV МІЖНАРОДНА**  
**студентська науково - технічна конференція**  
**"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ**  
**НАУКИ.**

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"**

28-29 квітня 2021 р.

*(збірник тез конференції)*

*Тернопіль 2021*



## З М І С Т

### Секція: Інформаційні технології

Величко Д. <b>ПРОБЛЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ</b>	3
Гірша Ю. <b>ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В КОНТЕКСТІ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ</b>	4
Кузьо М. <b>ЗАСТОСУВАННЯ СТЕКУ ELK В ПРОГРАМНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ДЛЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ</b>	5
Гніздюх В., Притоцький О., Маєвський Т. <b>ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ ВІДОМОСТЕЙ ЩОДО COVID-19</b>	7
Данильців О., Хом'як А., Назаревич Т. <b>ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ОЦІНЮВАННІ СТАНУ РОСЛИН В РОЗУМНИХ ТЕПЛИЦЯХ</b>	8
Kashosi Aser, Nazarevych T. <b>HEART RATE VARIABILITY ANALYSIS TOOLKIT FOR FURTHER ANALYSIS OF HUMAN STRESS</b>	10
Тригубець Б. <b>ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В ЕЛЕКТРОННІЙ КОМЕРЦІЇ</b>	11
Крамаров Ю. <b>ІНТЕГРОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ РОЗРОБКИ APPLE XCODE</b>	13
Крамаров Ю. <b>СТВОРЕННЯ ВЛАСНОЇ КАРТИ ЗА ДОПОМОГОЮ APPLE МАРКІТ</b>	14
Мушинська Г. <b>АКТУАЛЬНІСТЬ ЧАТ-БОТУ У СФЕРІ БІЗНЕСУ</b>	16
Павлюс В., Мацюк А., Слободян П., Яскілка О. <b>ВИБІР КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРОГРАМ МІСТА</b>	17
Пясецький В., Маєвський Т. <b>АУТЕНТИФІКАЦІЯ КОРИСТУВАЧІВ НА ОСНОВІ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ</b>	19
Пясецький В., Маєвський Т. <b>БІОМЕТРИЧНІ ЗАСОБИ АУТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ</b>	20
Шевченко Н., Горбуляк Ю., Маєвський Т. <b>АНАЛІЗ ПРОТОКОЛУ OSPF</b>	21

УДК 004.4

Гніздюх В.<sup>1</sup>, Пригоцький О.<sup>1</sup>, Маєвський Т.<sup>2</sup>

1. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

2. Технічний коледж ТНТУ імені Івана Пулюя

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ ВІДОМОСТЕЙ ЩОДО COVID-19

Hnizdiukh V.<sup>1</sup>, Prytotskyi O.<sup>1</sup>, Maievskyi T.<sup>2</sup>

1. Ternopil Ivan Puluj National Technical University

2. Technical College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University

Ключові слова: ДАНІ, СИСТЕМА, COVID-19.

Keywords: DATA, SYSTEM, COVID-19.

## INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN COVID-19 INFORMATION PROCESSING SYSTEMS

На даний час людство стикнулося з одним з найбільш небезпечних для життя викликів, спричинених появою нової модифікації коронавірусу [1]. Перші підтверджені випадки вірусної пневмонії були датовані в грудні 2019 року в місті Ухань, Китай. Через швидкий розвиток пандемічної ситуації COVID-19 розроблення інформаційно-технологічних платформ для виявлення та спостереження COVID-19 є актуальним напрямком наукових досліджень. Інформаційні системи для відбору даних щодо COVID-19, сформовані на основі IoT-пристроїв, використовують інформаційні, комунікаційні, сенсорні технології та повсюдні обчислення для збирання та опрацювання відомостей про стан фізичних об'єктів. Зазначені інформаційні системи призначені для надання громадянам обширного переліку «розумних» послуг з метою запобігання COVID-19, полегшення процесів лікування та реабілітації, покращення якості життя.

Існує широкий спектр програмно алгоритмічних застосунків в галузі охорони здоров'я, що ефективно використовують IoT-пристрої та системи і задіяні для відбору даних щодо COVID-19. Їх іноді називають IoMT. Медичні застосунки сформовані на основі IoT-пристроїв та систем на даний час витісняють традиційні застосунки, сформовані на основі інформаційних та комунікаційних технологій і телемедицини. При цьому інформаційні системи на основі IoMT пропонують обширніший перелік функцій, у порівнянні з традиційними методами та системи. Типова архітектура IoT-систем складається з трьох рівнів: фізичного, мережевого та прикладного [2]. При розробці IoMT важливим є питання балансу між конфіденційністю даних, безпекою IoT-систем та безпекою пацієнтів. На даний час хмарна інфраструктура активно використовується для збирання відомостей щодо використанням IoT-пристроїв. Вона може бути ефективно використана як для виявлення та моніторингу COVID-19 так і прогнозування його поширення в режимі реального часу. Крім того хмарна інфраструктура може використовуватись для спостереження процесів лікування підтверджених випадків COVID-19 та кращого розуміння природи процесів поширення захворювання.

### Література

1) Coronaviruscases: URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus>.

2) K. Zhao, L. Ge, A survey on the internet of things security, in: 2013 9th International Conference on Computational Intelligence and Security (CIS), IEEE, 2013, pp. 663–667.