

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра ЕОМ

Кваліфікаційна робота
Другий рівень (магістр)

Алгоритми виявлення критичних станів здоров'я людини на основі аналізу фізіологічних та візуальних індикаторів

Автор
Перетяка Є.О.
ст. гр. СПМ-23-4

Керівник
НІ Я.С.
ст. викл. каф. ЕОМ

ОГЛЯД ПРОБЛЕМНОЇ ОБЛАСТІ

1

Традиційні методи потребують спеціального обладнання та кваліфікованого персоналу

2

Періодичні вимірювання не забезпечують безперервного моніторингу

3

Високий рівень суб'єктивності в інтерпретації результатів

4

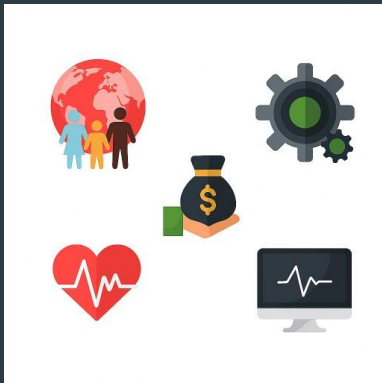
Значна кількість хибних спрацювань у існуючих системах



Аналіз існуючих рішень в даній області

- ▶ Системи: Philips IntelliVue, Apple Watch, Medtronic Carelink
- ▶ Недоліки: висока вартість, обмежена медична точність, зосереджені на окремих захворюваннях

3



Актуальність обраної теми

- ▶ Демографічні та медичні виклики
- ▶ Економічна доцільність
- ▶ Технологічні передумови
- ▶ Доступність носимих пристроїв
- ▶ Збільшення чисельності самотніх літніх людей
- ▶ Активний розвиток телемедицини та медичних інформаційних систем

4

Недоліки роботи традиційних рішень

Статистичні
порогові значення

Періодичний
моніторинг

Однопараметричний
аналіз

Суб'єктивність
інтерпритації (як
особливість, а не як
недолік)

Обмежена
масштабованість

5

Мета кваліфікаційної роботи



- ▶ розробка інтелектуальної системи виявлення критичних станів здоров'я людини на основі безперервного моніторингу фізіологічних та візуальних показників, що базується на двох алгоритмах часткового моніторингу за станом пацієнта.

6

Задачі кваліфікаційної роботи



розробити архітектуру системи виявлення критичних станів, яка включатиме модуль збору даних, обробки, аналізу та постпроцесінгу



провести емпіричні дослідження запропонованого методу аналізу фізіологічних показників на основі методів машинного навчання



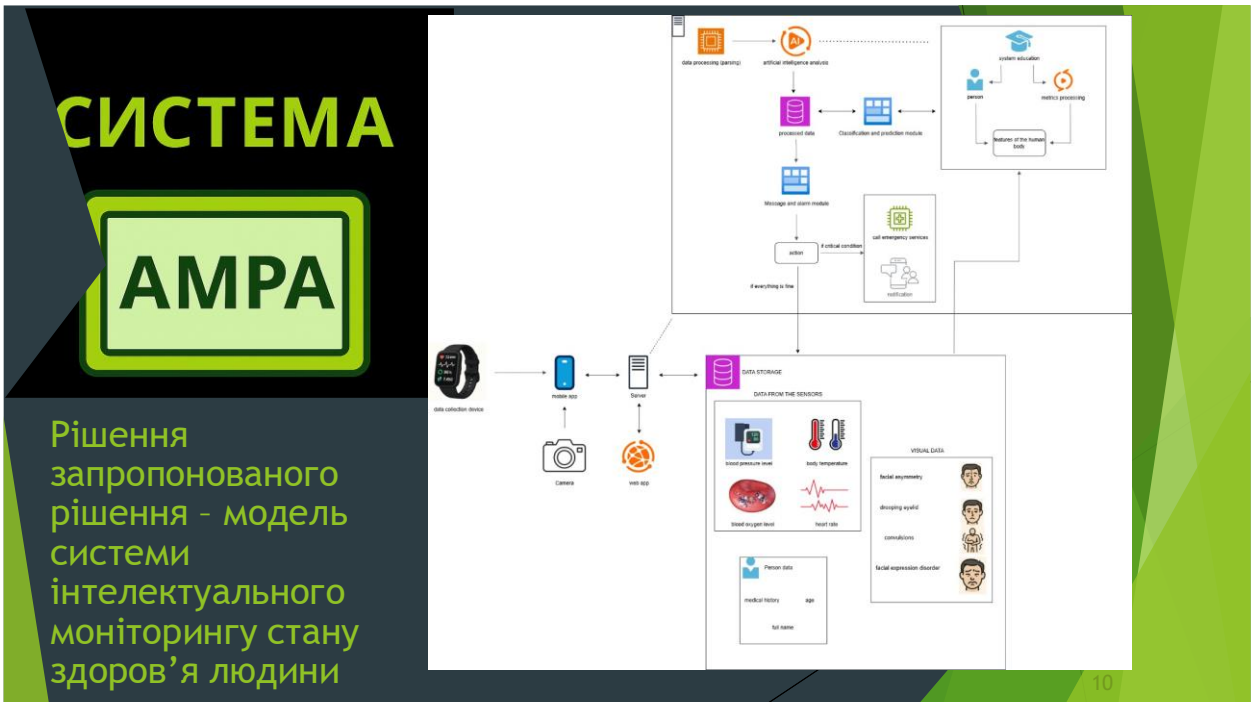
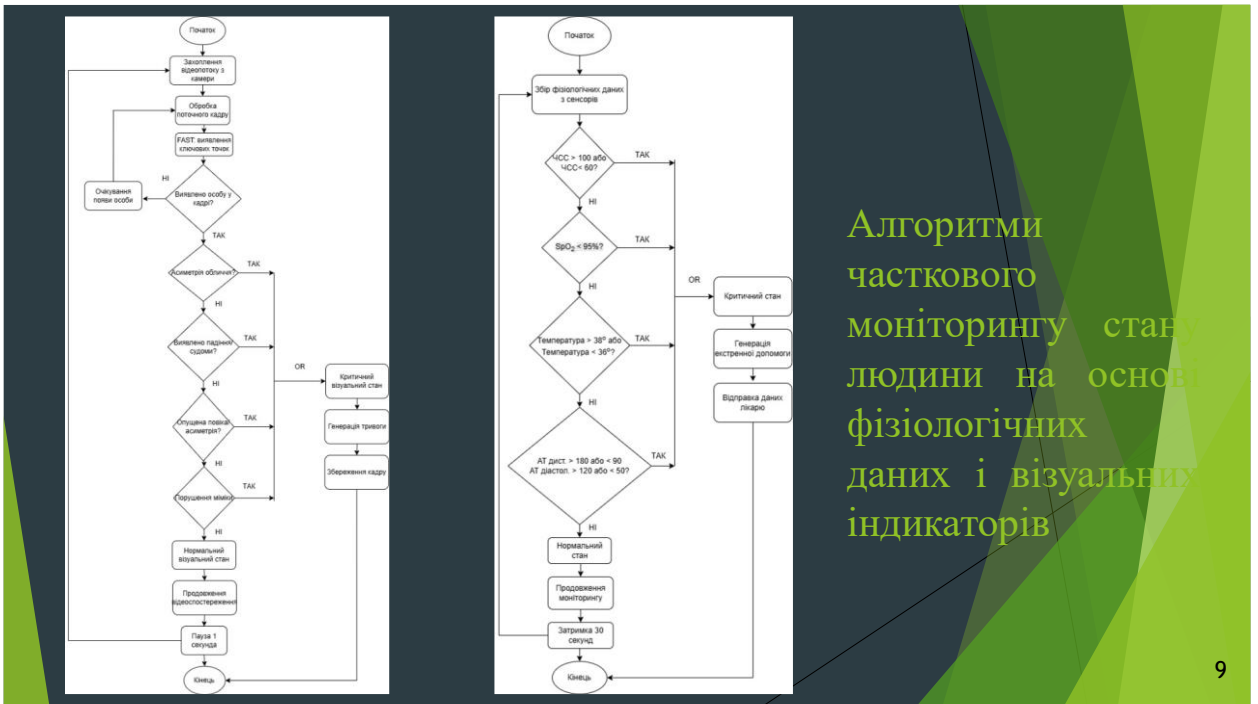
розробити алгоритми первинної обробки фізіологічних показників та візуальних індикаторів



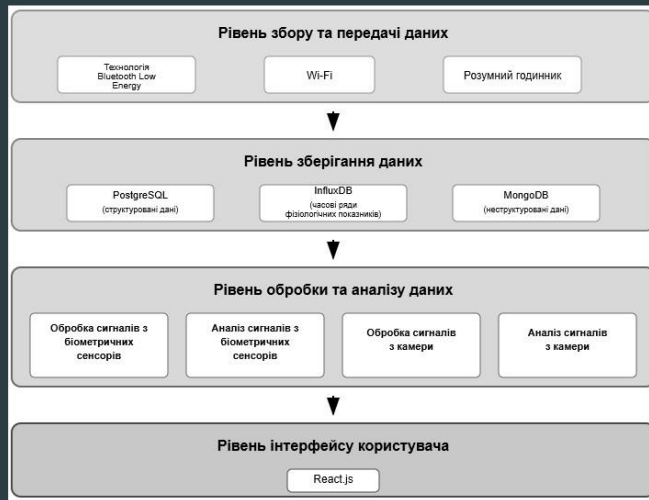
проаналізувати отримані результати

Аналіз фізіологічних параметрів для комплексної оцінки стану серцево-судинної та дихальної систем

Параметр	Нормальні значення	Критичні значення	Клінічна значимість
Частота серцевих скорочень (ЧСС)	60-100 уд/хв	<40 уд/хв, >150 уд/хв	Брадикардія, тахікардія, аритмії, шок, зупинка серця
Артеріальний тиск (АТ) систолічний	100-139 мм рт.ст.	<90 мм рт.ст., >180 мм рт.ст.	Гіпотензія, гіпертензивний криз, шок
Артеріальний тиск (АТ) діастолічний	60-89 мм рт.ст.	<50 мм рт.ст., >120 мм рт.ст.	Гіпотензія, гіпертензивний криз
Частота дихання (ЧД)	12-20 вд/хв	<8 вд/хв, >30 вд/хв	Дихальна недостатність, респіраторний дистрес
Насичення крові киснем (SpO ₂)	95-100%	<90%	Гіпоксемія, дихальна недостатність
Температура тіла	36,0-37,5°С	<35°С, >38,5°С	Гіпотермія, гіпертермія, сепсис
Варіабельність серцевого ритму (SDNN)	>50 мс	<30 мс	Зниження адаптаційних можливостей, ризик аритмій
Інтервал QT (коригований)	<450 мс (чол), <460 мс (жін)	>500 мс	Ризик фатальних аритмій
Рівень глюкози в крові	3,9-6,1 ммоль/л	<2,8 ммоль/л, >25 ммоль/л	Гіпоглікемія, діабетичний кетоацидоз
PaCO ₂ (парціальний тиск CO ₂)	35-45 мм рт.ст.	<30 мм рт.ст., >60 мм рт.ст.	Респіраторний ацидоз/алкалоз
Рівень лактату в крові	<2 ммоль/л	>4 ммоль/л	Тканинна гіпоксія, шок, сепсис
Рівень свідомості (за шкалою Глазго)	15 балів	<9 балів	Порушення свідомості, кома



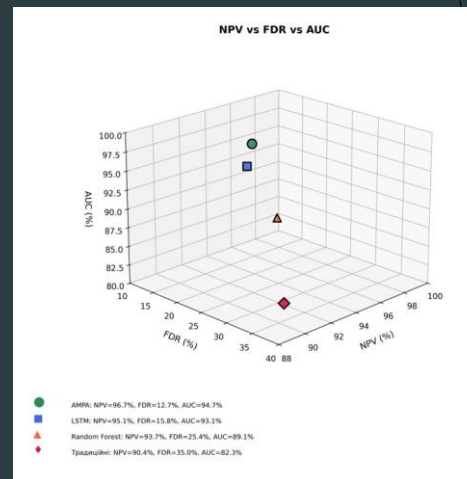
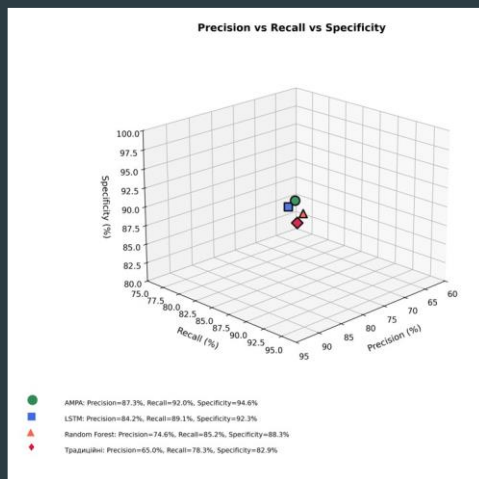
Технологічний стек, який забезпечує роботу запропонованої системи



11

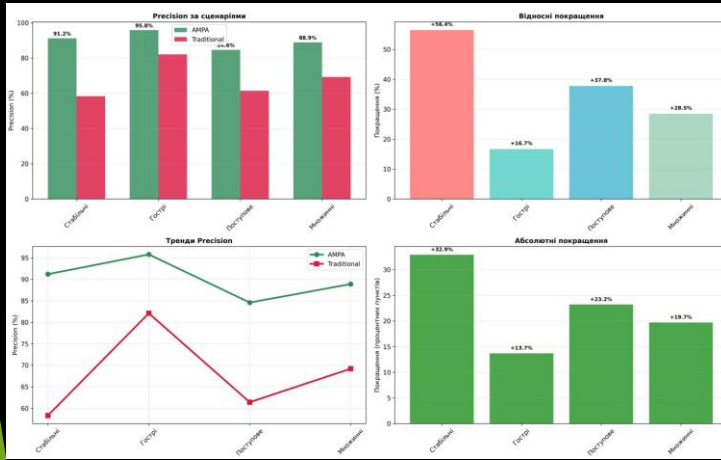
Результати емпіричних досліджень _ 1

- ▶ Аналіз комплексної матриці точності методу аналізу біометричних даних



Результати емпіричних досліджень _ 2

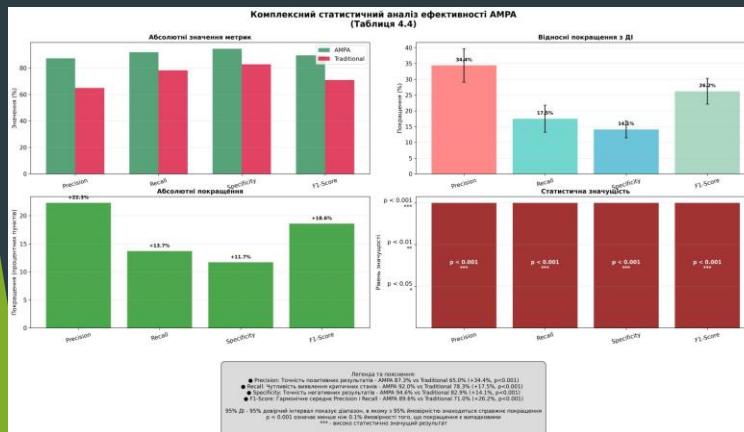
► Результати аналізу точності за клінічними сценаріями



Сценарій	Точність запропонованого методу аналізу в системі AMRA	Традиційний Precision	Покращення
Стабільні пацієнти	91.2%	58.3%	+32.9%
Гострі критичні стани	95.8%	82.1%	+13.7%
Поступове погіршення	84.6%	61.4%	+23.2%
Множинні епізоди	88.9%	69.2%	+19.7%

Результати емпіричних досліджень _ 3

► Статистичні показники покращень



Метрика	Точність запропонованого методу аналізу в системі AMRA	Традиційний	Покращення	95% ДІ	p-value
Precision	87.3%	65.0%	+34.4%	[29.1%, 39.7%]	<0.001
Recall	92.0%	78.3%	+17.5%	[13.2%, 21.8%]	<0.001
Specifity	94.6%	82.9%	+14.1%	[11.4%, 16.8%]	<0.001
F1-Score	0.896	0.710	+26.2%	[22.1%, 30.3%]	<0.001

HEALT APP PRO | Dr. John Smith

Dashboard

Total Patients: **3** | Critical: **0** | Warning: **0** | Stable: **3**

ID	Name	Age	Status	Last Updated	Actions
1	John Smith	45	Stable	12.06.2025, 15:46:45	View Details
2	Sarah Johnson	32	Stable	12.06.2025, 15:46:45	View Details
3	Michael Brown	58	Stable		

Vital Signs History

- Heart Rate**: Line graph showing heart rate (bpm) over time, fluctuating between approximately 70 and 100 bpm.
- Temperature**: Line graph showing temperature (°C) over time, fluctuating between approximately 36.0 and 37.6 °C.
- Oxygen Saturation**: Line graph showing SpO₂ (%) over time, fluctuating between approximately 92.0 and 99.0 %.
- Respiratory Rate**: Line graph showing respiratory rate (breaths/min) over time, fluctuating between approximately 11.0 and 12.8 breaths/min.

Демонстрація веб-інтерфейсу для медичного персоналу

Dashboard (Normal)

- Pulse: **65 bpm** (60-100)
- SpO₂: **100 %** (90-100)
- Temp: **36.1 °C** (36.1-37.2)
- Blood Pressure: **90/62 mmHg** (90-120/60-90)

Dashboard (Critical Health Alert)

Critical Health Alert
Critical health status detected.
Temperature: 38 °C

Dashboard (Normal)

Temp Trend

Line graph showing temperature trend over days (Wed, Thu, Fri, Sat, Sun, Mon, Tue). Values range from approximately 36.1 to 38.0 °C.

Notifications

- Warning: Pulse is 50 bpm (12/06/2025 19:43:21)
- Warning: Temperature is 37.4 °C (12/06/2025 19:43:21)
- Routine: Time to take your medication (12/06/2025 19:43:21)

Демонстрація інтерфейсу та функціоналу мобільного додатку

ВИСНОВКИ

В результаті написання кваліфікаційної роботи розроблено модель інтелектуальної системи виявлення критичних станів здоров'я людини на основі безперервного моніторингу фізіологічних та візуальних показників, що базується на двох алгоритмах часткового моніторингу за станом пацієнта.

Вирішені наступні задачі:

- ❖ проведено аналіз сучасного стану проблеми діагностики критичних станів та існуючих підходів до моніторингу фізіологічних показників людини;
- ❖ визначено ключові фізіологічні параметри, які мають найбільше значення для виявлення критичних станів здоров'я, та обґрунтовано їх вибір на основі медичних досліджень та експертних оцінок;
- ❖ розроблено алгоритми первинної обробки фізіологічних показників та візуальних індикаторів;
- ❖ розроблено архітектуру системи виявлення критичних станів, яка включатиме модулі збору даних, обробки, аналізу та постпроцесінгу;
- ❖ проведено емпіричні дослідження запропонованого методу аналізу фізіологічних показників на основі методів машинного навчання;
- ❖ проаналізовано отримані результати.

17

АПРОБАЦІЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ



Стаття у журналі, матеріали якого входять до переліку фахових видань України категорії Б

1. O. Barkovska, Ya. Ni, A. Havrashenko, Ye. Peretiaka, A. Romanenko System for detecting critical human health conditions based on the analysis of physiological indicators // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – 2025. – Т. 1. – №. 79. – С. 143-149.
2. Барковська, О. Ю., Ні, Я. С., Янковський, О. А., Романенко, А. О., & Перетяка, С. О. Модель системи автоматизованого навантажувального тестування програмних застосунків із використанням методів штучного інтелекту // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2025. – Т. 30. – №. 1. – С. 47-58.

Тези доповіді:

1. Перетяка С. О. Розширення функціоналу системи розумний будинок для людей з обмеженими можливостями / С. О. Перетяка, О. Ю. Барковська // Проблеми інформатизації : тези доп. 12-ї міжнар. наук.-техн. конф., 21-22 листопада 2024 р., м. Баку, м. Харків, м. Бельсько-Бяла : [у 3 т.]. Т. 2 / Нац. ун-т оборони Азерб. республіки [та ін.]. – Харків : Impress, 2024. – С. 66.

18