

## ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

# ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ КАФЕДРА ЕОМ

Кваліфікаційна робота  
Другий рівень (магістр)

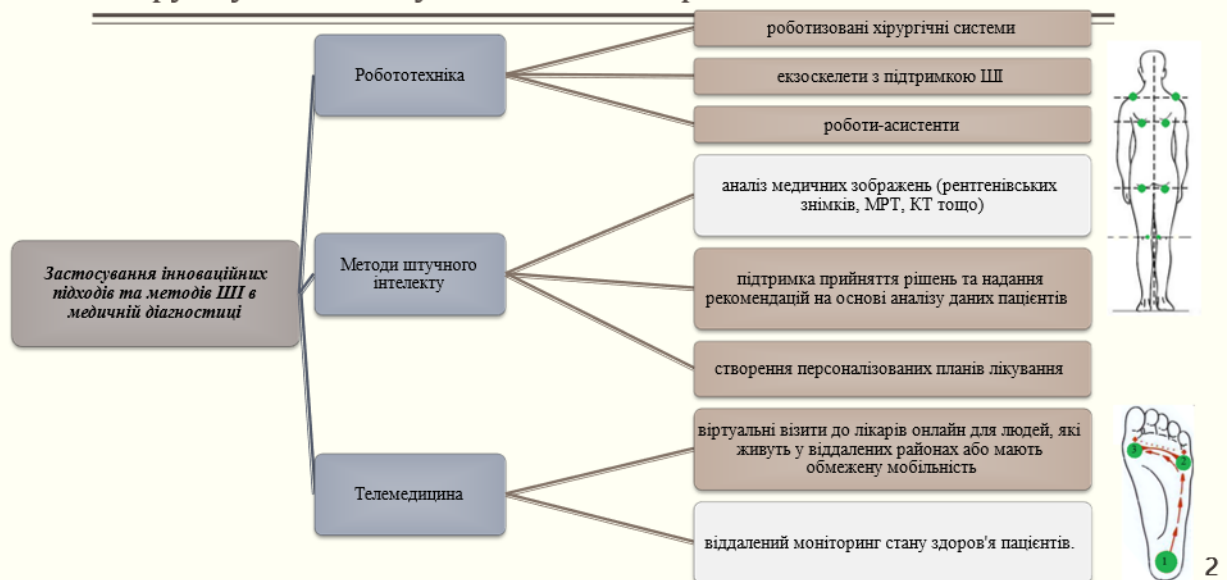
Програмно-апаратний комплекс моніторингу  
прогресу реабілітації пацієнтів із порушенням  
опорно-рухового апарату

Автор: Рускіх О.В., ст. гр. СПм-22-6

Керівник: Барковська О.Ю., доц. каф. ЕОМ



## Обґрунтування актуальності теми роботи



## Аналіз проблемної області



3

## Огляд ринку

Zebris PodoScanll 		AMTI (Advanced Mechanical Technology Inc) 	
Footscan Dynamic 	розподіл тиску, сила тиску, швидкість ходьби	Gaitway 3D Without/ with elevation 	розподіл тиску, сила тиску, швидкість ходьби, баланс
Novel PedarX 			
BTS Biodex System 3 	розподіл тиску, сила тиску, швидкість ходьби, баланс, координація	<b>Недоліки розглянутих систем:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не всі поєднують аналіз кінематичних та динамічних показників;</li> <li>- обмежена портативність системи;</li> <li>- висока ціна.</li> </ul>	

4

## Мета кваліфікаційної роботи

Розробка системи моніторингу прогресу реабілітації пацієнтів із порушеннями опорно-рухового апарату за допомогою методів апаратної непроменевої та комп'ютерно-оптичної діагностики із можливістю легкого транспортування створеної системи, можливістю високоточної діагностики в режимі реального часу, а також можливістю збереження та аналізу змін стану опорно-рухового апарату протягом часу.

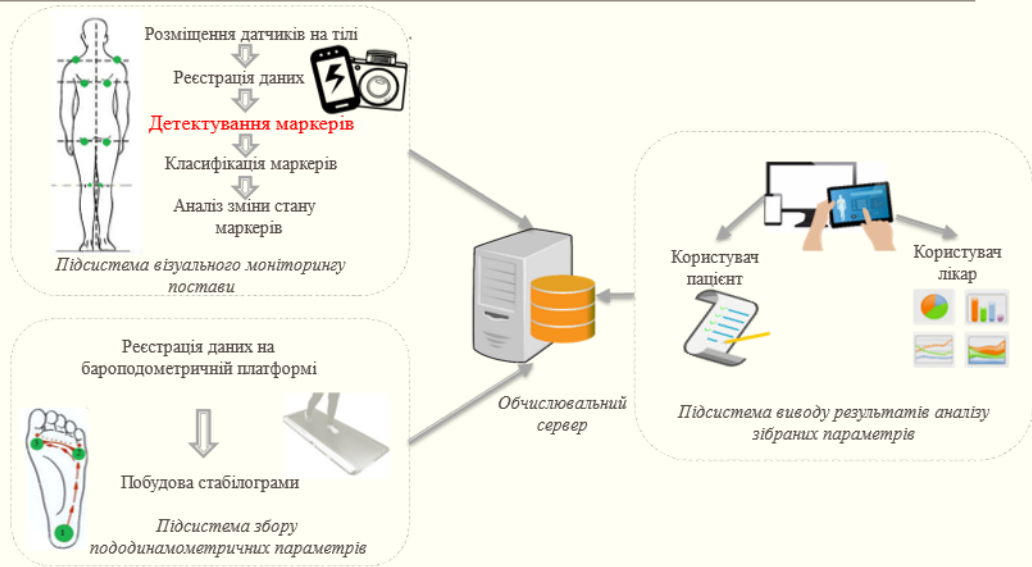
5

## Задачі кваліфікаційної роботи

- ☞ аналіз систем для збору кінематичних параметрів пацієнта;
- ☞ аналіз систем для збору пододинамометричних параметрів пацієнта;
- ☞ створення моделі запропонованої системи моніторингу прогресу реабілітації пацієнтів із порушеннями опорно-рухового апарату;
- ☞ розробка портативної баропододинамометричної платформи;
- ☞ проведення дослідження впливу характеристик маркерів та освітлення при реєстрації кінематичних параметрів на точність детектування маркерів для подальшого визначення кутів нахилу ліній тазу та плечей.

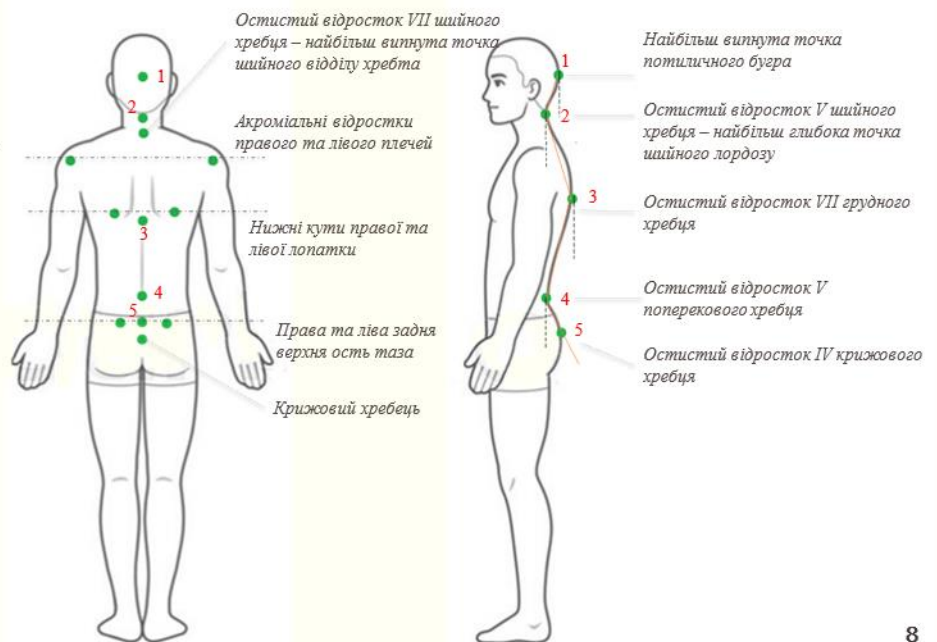
6

## Рішення поставленої задачі



7

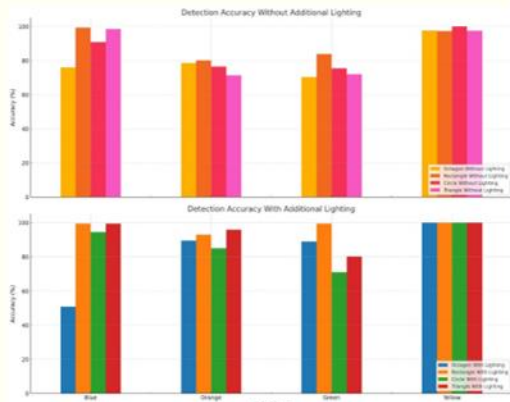
## Огляд підсистеми візуального моніторингу постави



8

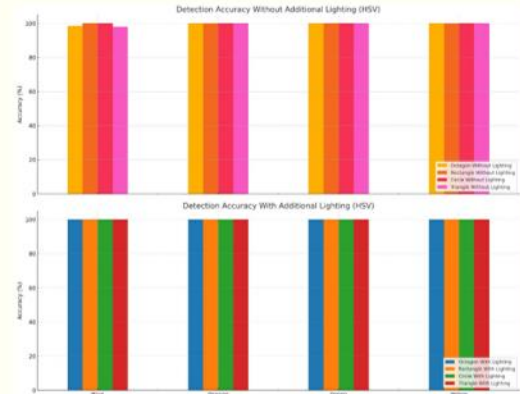
## Результати проведених експериментів

### Експеримент 1. Точність детектування маркерів в умовах простої сцени



Наочне подання отриманих результатів точності детектування маркерів на простій сцені, формат RGB

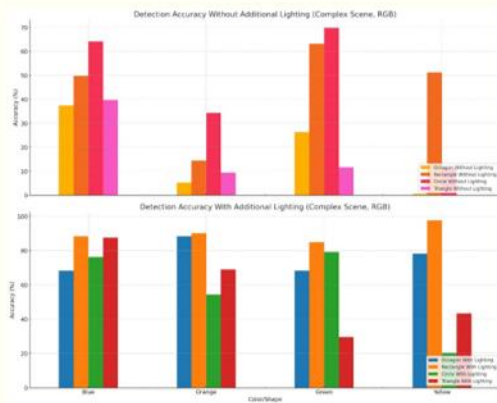
Наочне подання отриманих результатів точності детектування маркерів на простій сцені, формат HSV



9

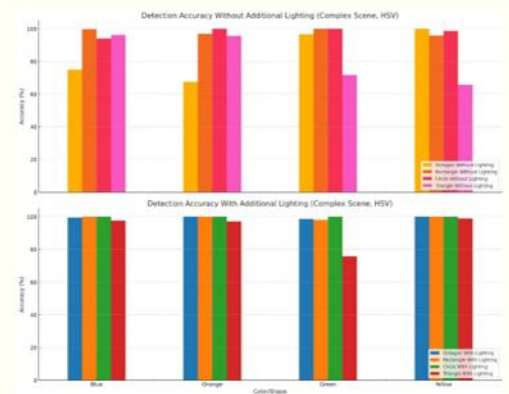
## Результати проведених експериментів

### Експеримент 1. Точність детектування маркерів в умовах складної сцени



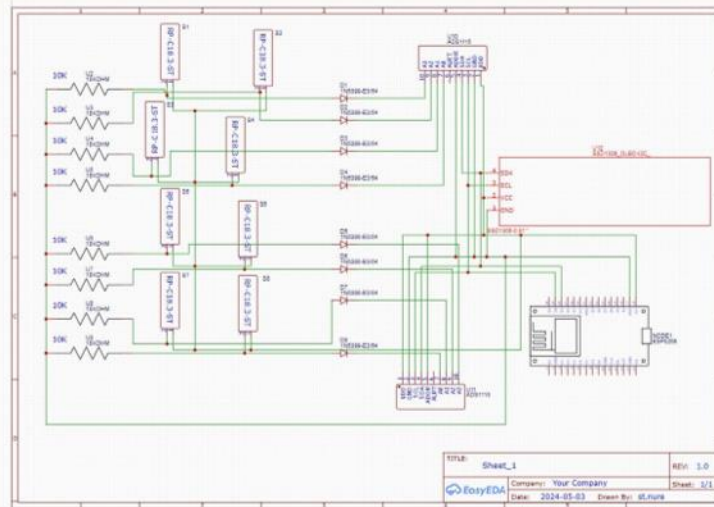
Наочне подання отриманих результатів точності детектування маркерів на складній сцені, формат RGB

Наочне подання отриманих результатів точності детектування маркерів на складній сцені, формат HSV



10

## Підсистема збору баропододинамометричних параметрів



Принципова схема підсистеми збору баропододинамометричних параметрів

11

## Огляд елементів розробленого баропододинамометричного пристрою

Пристрій	Опис	Фото
	<b>Мікроконтролер ESP8266 CH-340</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>процесор Tensilica Xtensa L106</li> <li>тактова частота 80 MHz 32-bit</li> <li>об'єм пам'яті &lt; 16 MB (в залежності від пристрою)</li> <li>інтерфейси зв'язку IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi з підтримкою WEP та WPA/WPA 2</li> </ul>	
	<b>Датчики тиску force resistive sensor FSR402</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>діапазон чутливості до прикладеної сили: від 0.1 до 100 Ньютонів</li> <li>час реакції &lt; 3 мікро секунда</li> <li>чутлива область Ø 12 мм</li> <li>частота оновлення даних 1 секунда</li> </ul>	
	<b>Інші компоненти</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>джерело живлення - Power bank 10000 mAh</li> <li>бездротовий модуль - вбудований в мікроконтролер</li> <li>інтерфейс користувача (якщо використовується) - графічний дисплей SSD1306</li> <li>аналого-цифровий перетворювач</li> </ul>	

12

## Опис готового пристрою



Пристрій аналізу даних



Пристрій збору даних



Результат аналізу зібраних даних

13

## Тестування пристрою. Демонстрація роботи

Тип ходи	Шкутильгання	Ходьба на зовнішній стороні стопи (варусна пронація)	Хо́да на п'ятах
Побудований графік			

14

## Висновки

В ході виконання кваліфікаційної роботи розроблена система моніторингу прогресу реабілітації пацієнтів із порушеннями опорно-рухового апарату за допомогою методів апаратної непроменевої та комп'ютерно-оптичної діагностики.

Проаналізовано системи для збору кінематичних параметрів пацієнта, системи для збору пододинамометричних параметрів пацієнта.

Запропонована модель системи моніторингу прогресу реабілітації пацієнтів із порушеннями опорно-рухового апарату, яка складається з підсистеми збору пододинамометричних параметрів та підсистеми візуального моніторингу постави.

Розроблений прототип підсистеми збору пододинамометричних параметрів, призначений для оцінки симетричності тиску стоп у вигляді платформи із силовимірвальними датчиками, по яких крокує обстежуваний. Зусилля, що припадає на кожен датчик, дозволяє обчислювати проекцію загального центру мас тіла на площину опори. Основою апаратної реалізації є мікроконтролер ESP8266 та датчик тиску FSR, який являє собою змінний резистор, опір якого змінюється у відповідь на тиск, прикладений до зони чутливості.

Проведене дослідження впливу характеристик форми та кольору маркерів та наявності додаткового освітлення на точність детектування маркерів для подальшого визначення кутів нахилу ліній тазу та плечей.

Аналіз результатів експериментів показав наступне: показали, що аналізуючи колірні простори, в яких представлені вхідні дані, можна побачити, що навіть при розгляді простої сцени, середня ефективність детектування у RGB форматі становить 87.85% при похибці 10.69%, коли середня ефективність детектування маркерів в HSV форматі сягає 99.87%, що на 12,02% вище, аніж точність детектування маркерів при представленні в RGB форматі.

Аналізуючи колір маркера, можна сказати, що найвищу точність дають маркери жовтого кольору (середня точність детектування досягає 97.42%). Аналізуючи форму маркера, найвищу точність дають маркери круглої форми (середня точність детектування досягає 99.54%).

Подальші дослідження будуть зосереджені на розширенні діапазону параметрів, необхідних для діагностування стану пацієнта та аналізу перебігу лікування завдяки електроміографічним показникам

15

## Апробація отриманих результатів

Стаття у фаховому виданні:

О. Barkovska, K. Voropaieva, **О. RUSKIKH** Justifying the selection of a neural network linguistic classifier // *INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND SCIENTIFIC SOLUTIONS FOR INDUSTRIES*. – 2023. – №. 3 (25). – С. 5-14.

Тези доповіді, які представлені на конференції проблеми інформатизації:

**Рускіх О.В., Барковська О.Ю.** Комплексна система детектування вад розвитку скелетної мускулатури дитини. Проблеми інформатизації 2022. № 2. С. 73.



Черкаський державний  
технологічний університет  
Вісник Академії Мирован Сет  
Академічного регіону  
Університет економіки і гуманітарних наук  
(м. Бельшів-Біла, Польща)  
Національний політехнічний університет  
"Харківський національний  
університет радіоелектроніки"  
Харківський національний  
університет радіоелектроніки  
ДІТ - Публічний державний практико-орієнтований  
та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості

### ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ ДЕСЯТОЇ МІЖНАРОДНЬОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
24 - 25 листопада 2022 року  
Том 2, сторінка 4

Черкаси - Бєлу - Бєльшів-Бєла - Харків - 2022

16