

**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА
АВТОМАТИКИ
КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЇ ТА ОПТИКОЕЛЕКТРОННОЇ
ТЕХНІКИ**

**Пристрій та методи неінвазивного вимірювання та аналізу
показників глюкози в крові**

Доповідач: ст. гр. ЛТО-17м


Павленко Ю. В

Науковий керівник

к.т.н. доцент

Кожем'яко А.В

Вінниця 2019р.



Мета і задачі дослідження. Метою магістерської роботи є удосконалення методу неінвазивного процесу моніторингу концентрацій глюкози в крові шляхом розвитку і застосування методу силових різниць, що дозволило зменшити похибку вимірювань відносно інвазивного.

Поставлена мета досягається вирішенням таких задач:

1. Провести аналіз аналогів неінвазивного вимірювання показників глюкози в крові.
2. Удосконалити метод неінвазивного виміру глюкози в крові за силовими різницями.
3. Розробити структурну схему пристрою на базі вдосконаленої моделі вимірювання рівня глюкози.
4. Обґрунтування вибору довжин хвиль на яких проводяться вимірювання.
5. Підібрати основні робочі елементи схеми.
6. Чисельно оцінити зменшення похибки відносно інвазивного методу.
7. Розробити реалізацію програмно-апаратного забезпечення запропонованого приладу.

Об'єктом дослідження – процес моніторингу показників глюкози в крові.

Предметом дослідження - методи та засоби для неінвазивного моніторингу показників глюкози.



⌘ **Наукова новизна отриманих результатів.**

⌘ Удосконалено метод вимірювання глюкози за рахунок введення нормалізації фізичних показників глюкози в крові отриманих на додатковій довжині хвилі що дозволило покращити точність вимірювання.

⌘ **Практичне значення отриманих результатів.**

⌘ Розроблено архітектуру та програмне забезпечення неівазивного глюкометра, який може бути використаний в домашніх умовах з метою експрес вимірювання показників глюкози в крові.

⌘ **Особистий внесок здобувача.** Всі винесені на захист результати магістерської кваліфікаційної роботи отримано магістрантом особисто. Особистий внесок здобувача у роботах, отриманих у співавторстві: написав програму, розробив блок-схему роботи пристрою.

Апробація результатів роботи. Основні положення й результати досліджень обговорювалися на конференціях: XLVI науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області (м. Вінниця, 2017)

XLVII науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області (м. В і н н и ц я , 2 0 1 8) .

Публікації. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 2 тези доповідей у матеріалах конференцій.

Фізичні принципи

- ∞ Спектрофотометричний метод аналізу ґрунтується на загальному принципі – пропорціональній залежності між світлом поглинанням речовини, її концентрації і товщини поглинаючого шару. Для визначення концентрації розчинів спектрофотометричним методом використовують закон Бугра-Ламберта-Бєєра:

$$I_{out} = I_0 \exp(-kcLm)$$

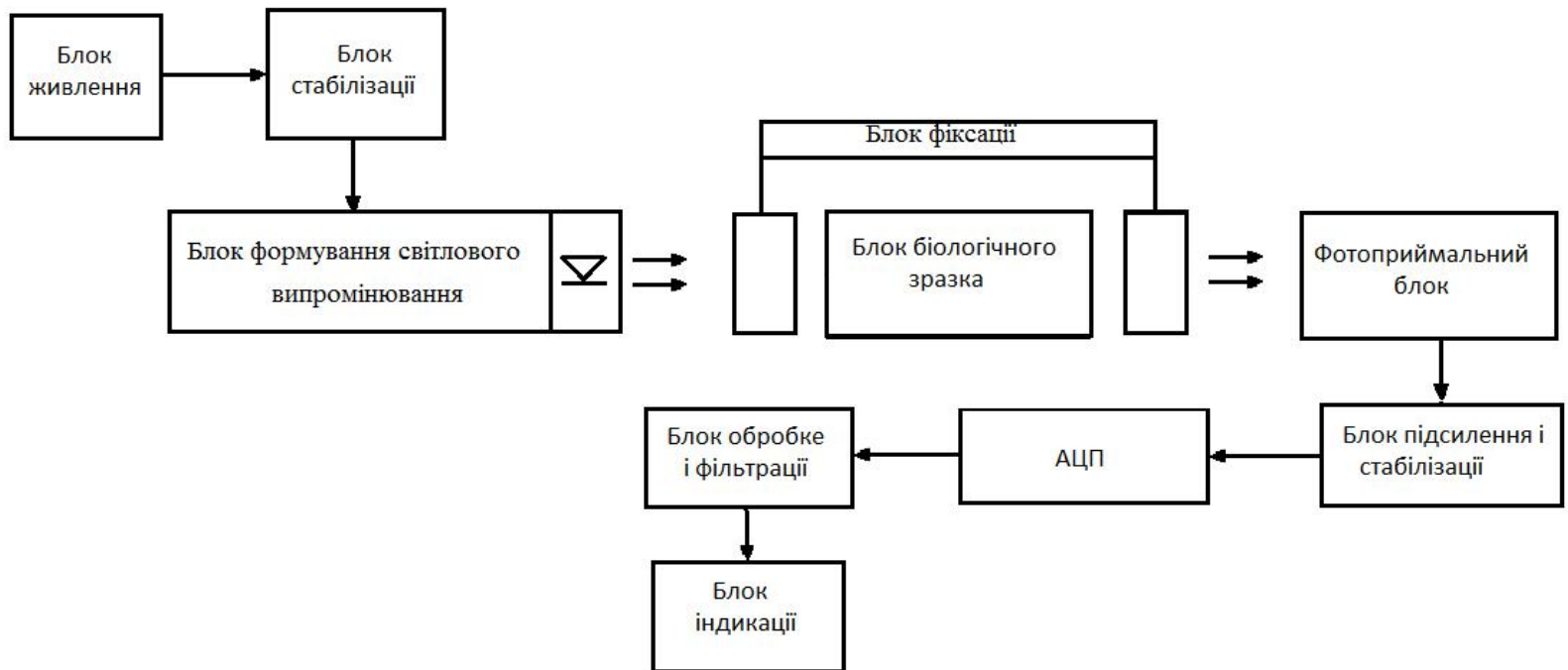
- ∞ де I_0 – вхідна інтенсивність випромінювання; I_{out} – вихідна інтенсивність оптичного випромінювання; L – товщина шару біологічного середовища, яке вимірюється; k – коефіцієнт поглинання; c – коефіцієнт, що враховує спектральний діапазон; m – коефіцієнт поверхневого стану біологічного об'єкта (коефіцієнт завади).

Вимірювання показників глюкози в крові за методом силових різниць

- ☞ Суть даного методу полягає у використанні двох фаз вимірювання на двох довжинах хвиль при реєстрації поглиненого оптичного випромінювання (дія на пропускання) та виконанні 3-х етапів:
- ☞ фаза 1 – вимірювання інтенсивності пройденого випромінювання I_{out} з відтоком крові в біологічному об'єкті: в тонких тканинах пальців рук або мочки вуха, який забезпечується шляхом прикладення поперечної сили тиску F_Y до області неінвазивного вимірювання;
- ☞ фаза 2 – вимірювання інтенсивності пройденого випромінювання I_{out} без відтиску крові (з її притоком після фази 1) при відсутності сили натиснення $F_Y = 0$;
- ☞ фаза 3 – порівняння отриманих результатів вимірювання шляхом визначення різниць середніх арифметичних значень вимірювальних фотострумів



Вдосконалена структур на схема пристрою неінвазивного вимірювання показників глюкози в крові



Формула розрахунку відносної похибки

☞ Буде розрахована відносна похибка нашого пристрою відносно інвазивного аналогу, як:

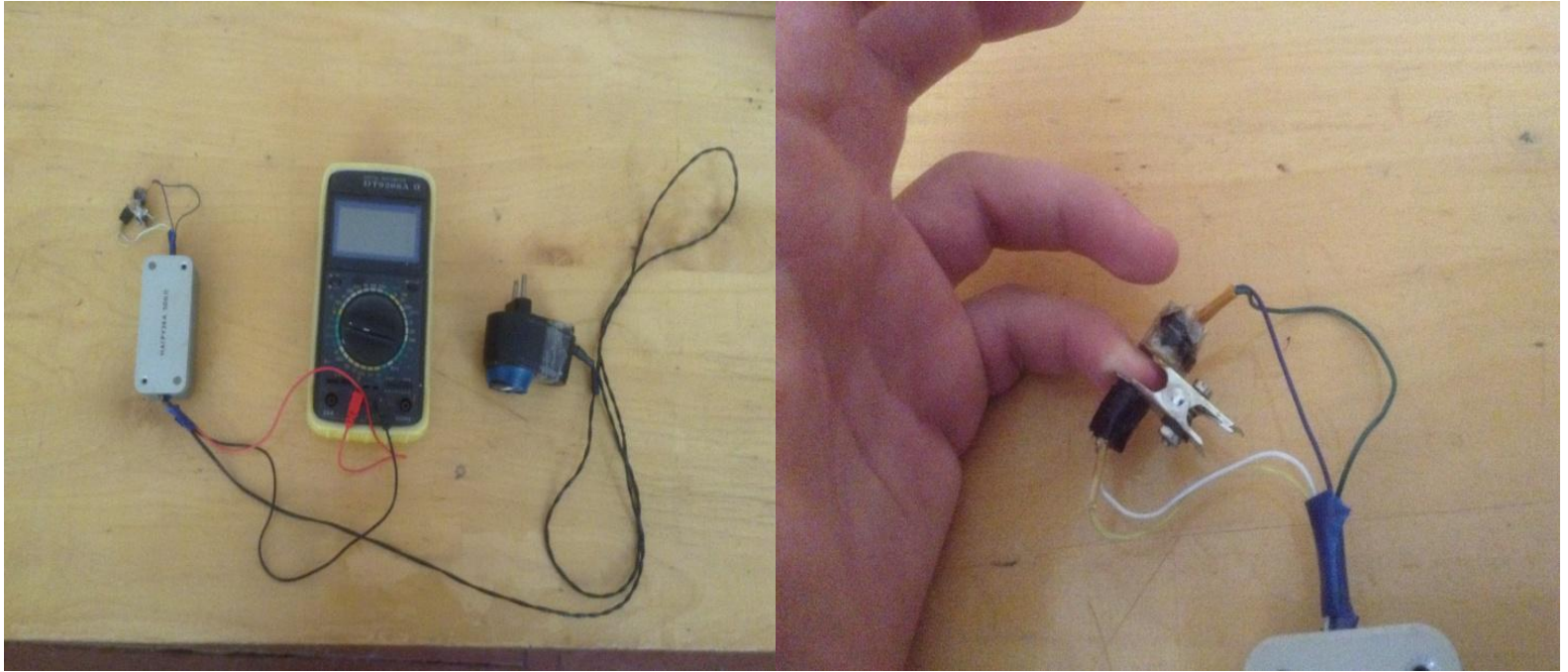
$$\Delta = \frac{\sum_i^N (|V_{Lb}^i - V_{Gl}^i| / V_{Lb}^i) - (|V_{Lb}^i - V_{Ml}^i| / V_{Lb}^i)}{N}$$

☞ де V_{Lb} - значення глюкози отримане в лабораторії, V_{Gl} - значення глюкози отримане інвазивним глюкометром, V_{Ml} - значення глюкози отримане за запропонованим методом.

Таблиця отриманих результатів

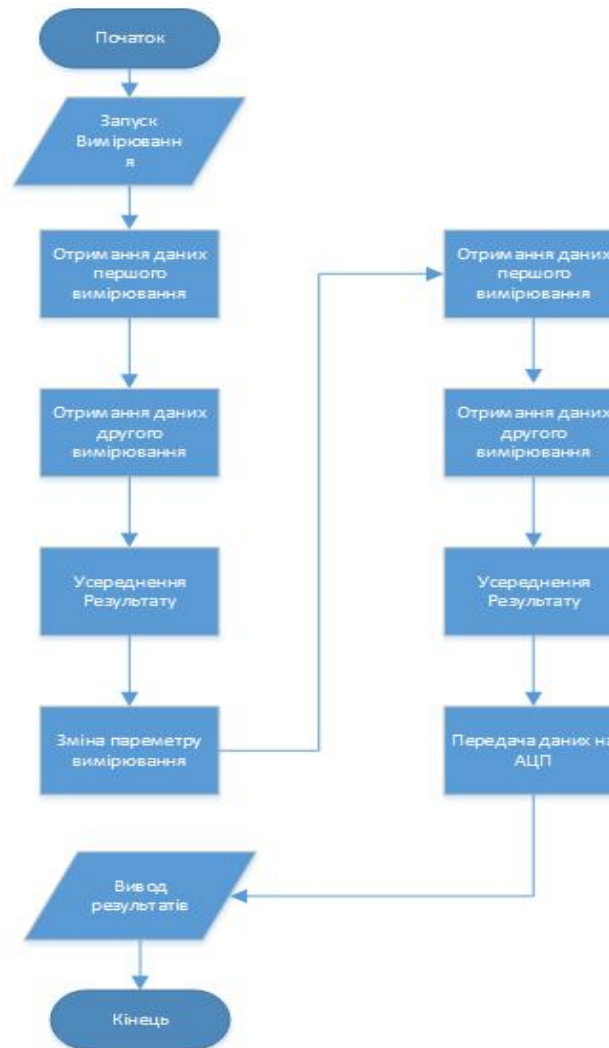
Значення глюкози отримане в лабораторії, V_{Lb}	Значення глюкози отримане інвазивним глюкометром, V_{GI}	Значення глюкози отримане за запропонованим методом, V_{MI}	Різниця між похибками вимірювання інвазивного та запропонованого
5.75	6.2	6.02	3.1%
5.54	6.0	5.77	4.2%
5.47	5.9	5.64	4.8%
5.61	5.8	5.52	1.8%
5.23	5.4	5.2	2.7%
5.55	5.4	5.27	-2.3%
5.49	5.4	5.23	-3.1%
5.52	5.4	5.26	-2.5%
5.23	5.4	5.28	2.3%
4.87	5.2	5.02	3.7%
4.85	5.1	4.9	4.1%
4.67	4.9	4.74	3.4%
4.83	4.8	4.55	-5.2%
4.53	4.6	4.4	-1.3%

Розроблений пристрій

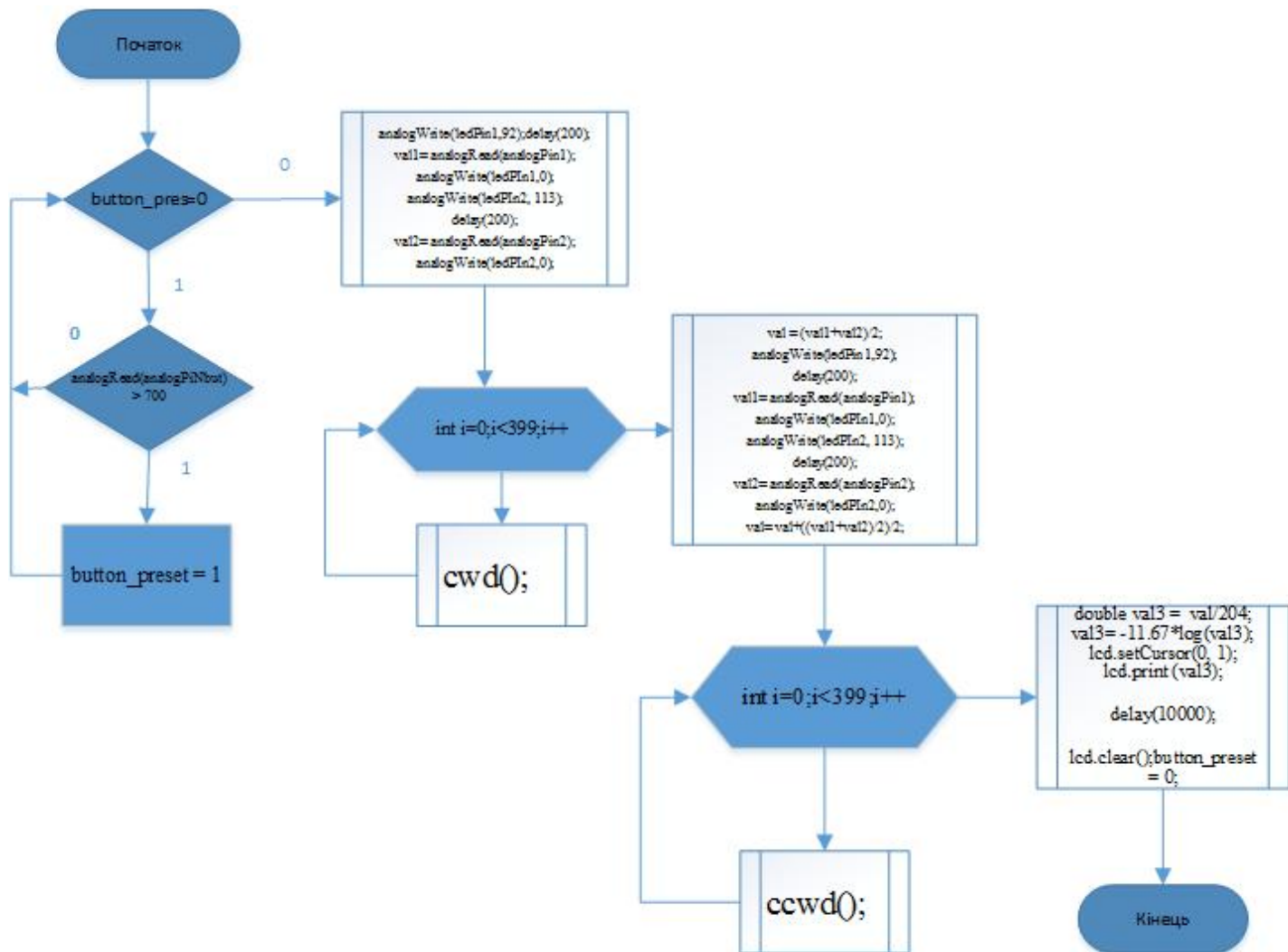


Розроблений оптичний сенсор у вигляді кліпси для неінвазивної оцінки вмісту глюкози в крові людини: а) вигляд пристрою ; б) процес встановлення на кінцівку пальця

Блок-схема роботи пристрою



Блок-схема роботи програми



Висновки

- ✎ В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи був удосконалення методу неінвазивного процесу моніторингу концентрацій глюкози в крові шляхом розвитку і застосування методу силових різниць, що дозволило зменшити похибку вимірювань відносно інвазивного.
- ✎ Був проведений аналіз аналогів неінвазивного вимірювання показників глюкози в крові що дав змогу краще розібратись суті проблеми неінвазивних методів вимірювання .
- ✎ Також була розроблена структурна схема пристрою на базі вдосконаленої моделі вимірювання рівня глюкози.
- ✎ Обґрунтовано вибір довжини хвилі на яких проводилися вимірювання рівня глюкози в крові. Підібрані основні робочі елементи схеми пристрою .
- ✎ Було чисельно оцінено зменшення похибки вимірювання відносно інвазивного методу на 1.3%. А також розроблено реалізацію програмно-апаратного забезпечення запропонованого приладу.
- ✎ Знайдено термін окупності витрат для виробника та економічний ефект для споживача при використанні даної розробки. В результаті аналізу обрахунків можна зробити висновок, що спроектований пристрій у виробництві дешевший за аналог і є висококонкурентоспроможним. Період окупності складе близько 0,58 роки.

Дякую за увагу!