

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПОГЛЯДОМ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ЕЛЕКТРООКУЛОГРАФІЇ

РОБОТУ ВИКОНАВ: СТУДЕНТ ГР. ДК-11МН КОЦЮБАЙЛО А.В.

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК: Д.Т.Н., ПРОФ. ЛИСЕНКО О.М.

КОНСУЛЬТАНТ: К.Т.Н., доцент ПОПОВ А.О

АКТУАЛЬНІСТЬ

ПРИСТРОЇ ДЛЯ ІНВАЛІДІВ



КОМП'ЮТЕР



Система має великий потенціал для застосування в різних областях, включаючи медицину, робототехніку, віртуальну реальність та інформаційні технології для контролювання різними пристроями поглядом. Це дає можливість людям з обмеженими можливостями. При цьому ефективність цих систем визначається, насамперед, показником достовірності класифікації ЕОГ сигналів та наявністю у них універсального інтерфейсу, що розширяє її область використання. Тому подальший розвиток існуючих підходів та технічних рішень, направлених на підвищення достовірності та універсальності систем керування поглядом наразі є важливим та актуальним завданням.

ЗВ'ЯЗОК РОБОТИ З НАУКОВИМИ ПРОГРАМАМИ, ПЛАНАМИ, ТЕМАМИ

- ◆ Дисертаційні дослідження проводилися на кафедрі конструювання електроннообчислювальної апаратури (КЕОА) ФЕЛ КПІ ім. Ігоря Сікорського відповідно до тематики наукових досліджень цього закладу, наукових напрямків діяльності кафедри КЕОА, а також пріоритетного напрямку розвитку науки і техніки України “Інформаційні та комунікаційні технології”.

МЕТА РОБОТИ

Метою дисертаційної роботи є підвищення достовірності та універсальності систем керування поглядом на основі методу ЕОГ шляхом подальшого розвитку існуючих підходів їх побудови, включаючи методи класифікації ЕОГ-сигналів, удосконалення їх структурно-функціональної організації, розроблення алгоритмічних і програмних рішень її реалізації та створення макета системи керування поглядом на їх основі.

ЗАВДАННЯ РОБОТИ

Для досягнення мети вирішувалися наступними задачі:

- ◆ Проаналізовано метод ЕОГ та засоби реєстрації електроокулограм, виконано аналіз сучасних систем керування поглядом, включаючи результати патентного пошуку та сформульовано постановку завдання дослідження.
- ◆ Проведено аналіз сучасних методів класифікації електроокулограм та запропоновано удосконалену структурно-функціональну організацію системи керування поглядом.

ЗАВДАННЯ РОБОТИ

- ◆ Проведено імітаційне моделювання класифікатора системи з використанням відомих методів класифікації та обґрунтовано вибір базового методу класифікації ЕОГ-сигналів для використання в розроблюваній системі.
- ◆ Створено макет системи керування поглядом, розроблено для нього пакет програмного забезпечення та виконано його експериментальні дослідження, включаючи керування поглядом міні-роботом та мишкою ПК.

ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

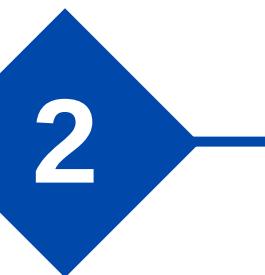
- ◆ **Об'єктом дослідження** є процес реєстрації, обробки та класифікації ЕОГ сигналів в системах керування поглядом.
- ◆ **Предметом дослідження** є методи класифікації ЕОГ-сигналів та алгоритмічні і програмні рішення системи керування поглядом.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

При розв'язанні поставлених у роботі задач використано такі методи:



ЕОГ



Машинного навчання
для класифікації
сигналів



Метод
експериментальних
досліджень

- логістична регресія;
- дерево рішень;
- випадковий ліс;
- алгоритм опорних векторів,
- К-найближчих сусідів,
- AdaBoost
- XGBoost
- Naïve Bayes
- нейромережі EEGNet,
EEGNet_SSVEP,
DeepConvolutional Network,
Shallow Convolutional Network

НАУКОВА НОВИЗНА

- ◆ Запропоновано структурно-функціональну організацію системи керування поглядом, відрізняльною особливістю якої є наявність в ній 2-х радіомодемних складових між трактом реєстрації, обробки і класифікації ЕОГ-сигналів і мікрокомп'ютером в залежності від застосунку, в залежності.

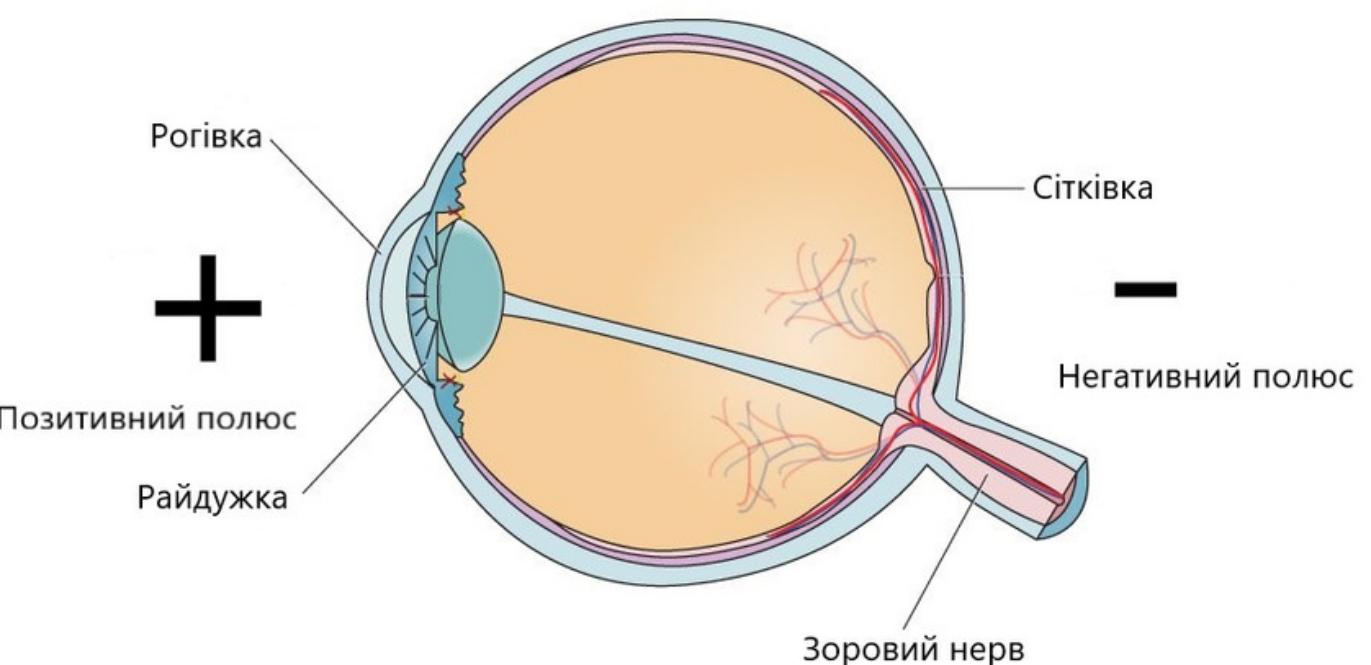
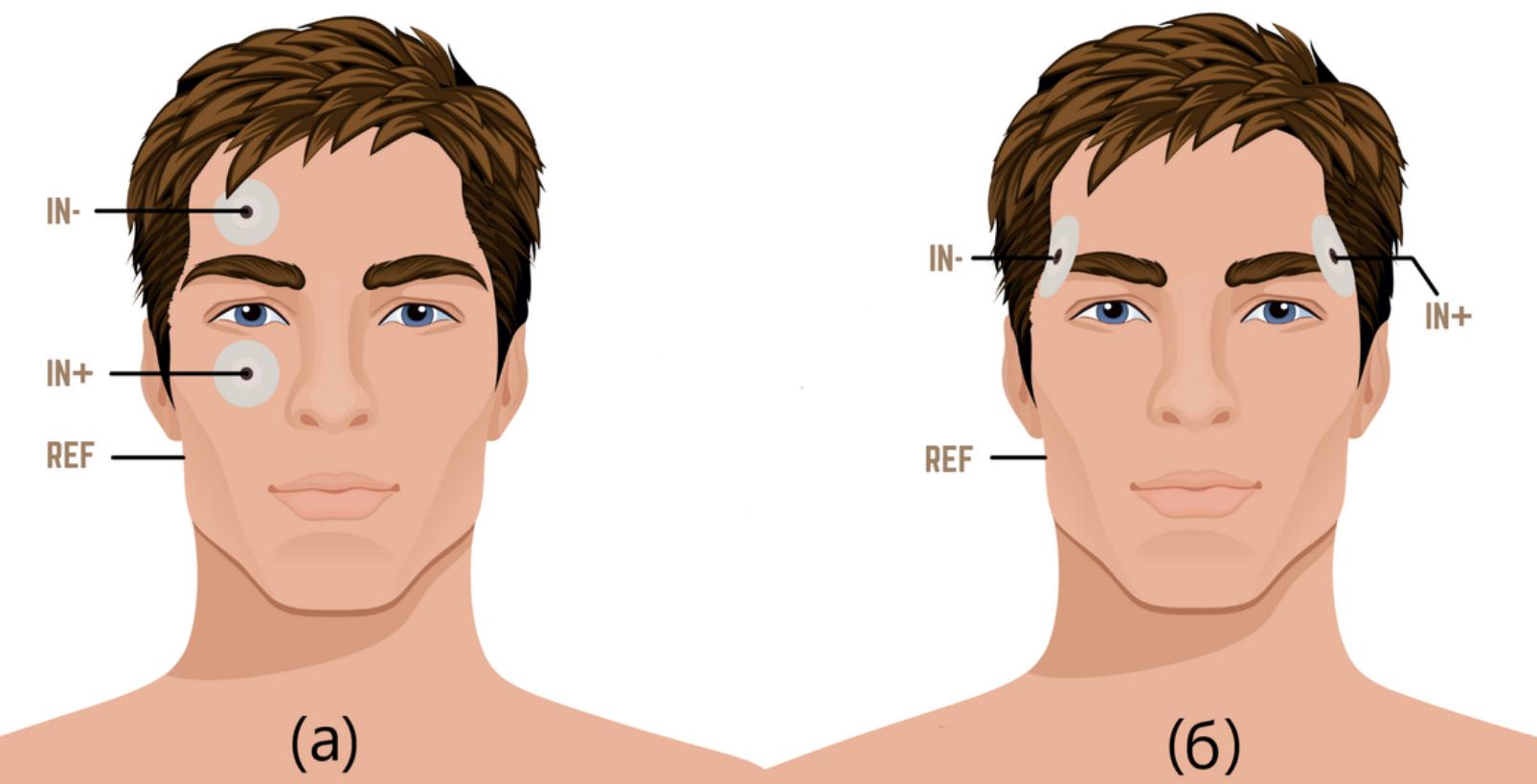
НАУКОВА НОВИЗНА

- ◆ Обґрунтовано вибір в якості базового для застосування в системі керування поглядом методу машинного навчання «Вибірковий ліс» шляхом проведеного тестування та порівняння ефективності (за критерієм достовірності) 12 методів класифікації ЕОГ-сигналів, що дозволило досягти достовірність класифікації вибраним методом при його тестуванні до рівня 91%.

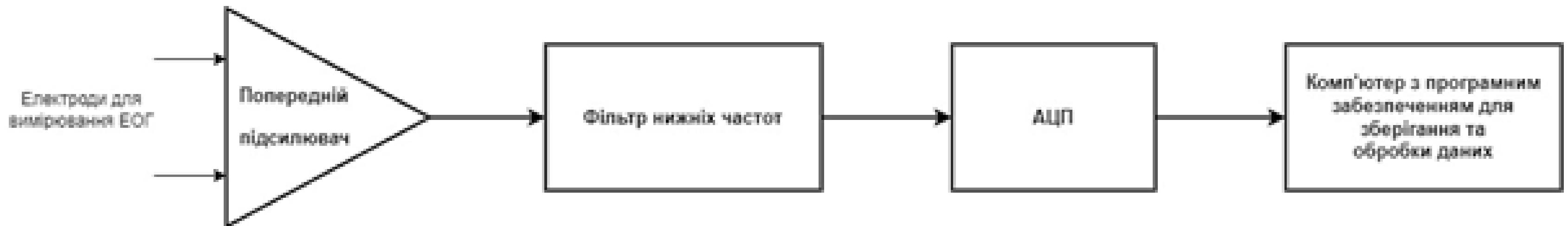
ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

Практичне значення отриманих результатів визначається розробленими алгоритмічними та програмними рішеннями реалізації запропонованої структурнофункціональної організації системи керування поглядом та створеним її макетом.

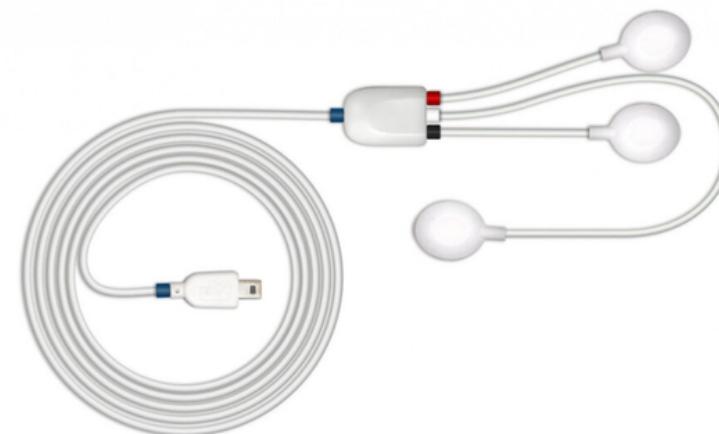
ТЕХНІКА ТЕ МЕТОДИКА РЕЄСТРАЦІЇ ЕОГ



ТЕХНІКА ТЕ МЕТОДИКА РЕЄСТРАЦІЇ ЕОГ



СИСТЕМИ РЕЄСТРАЦІЇ ЕЛЕКТРООКУЛОГРАМІ

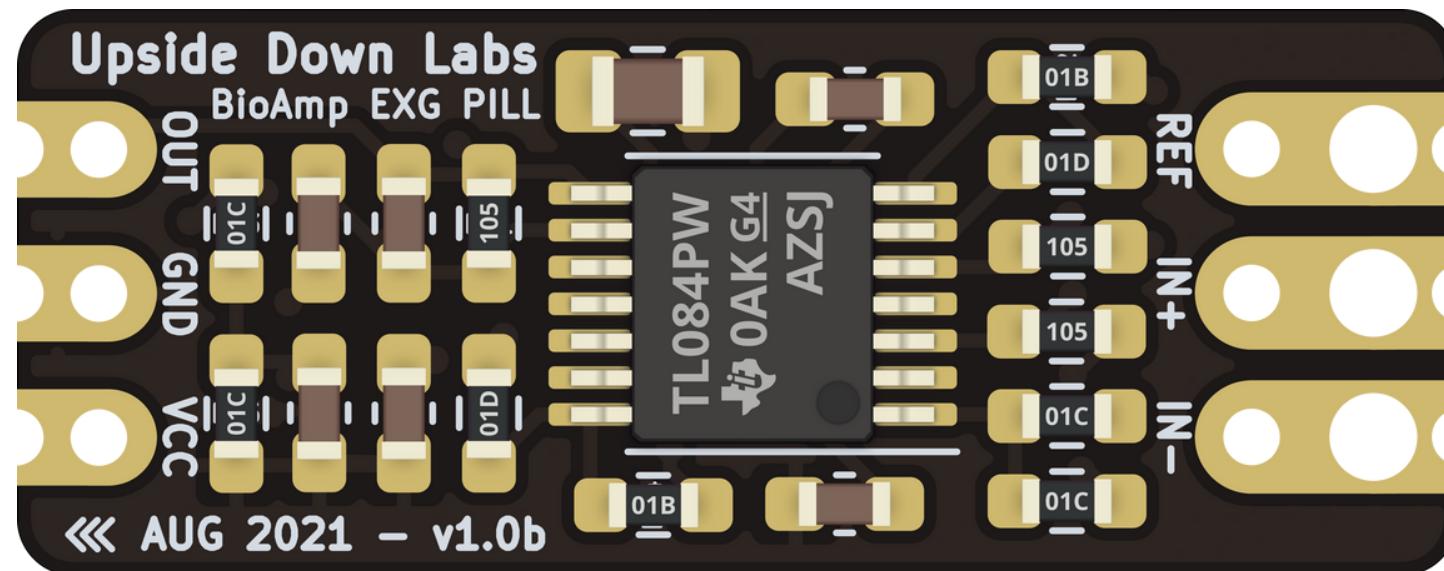


Biosignalsplus
EOG sensor

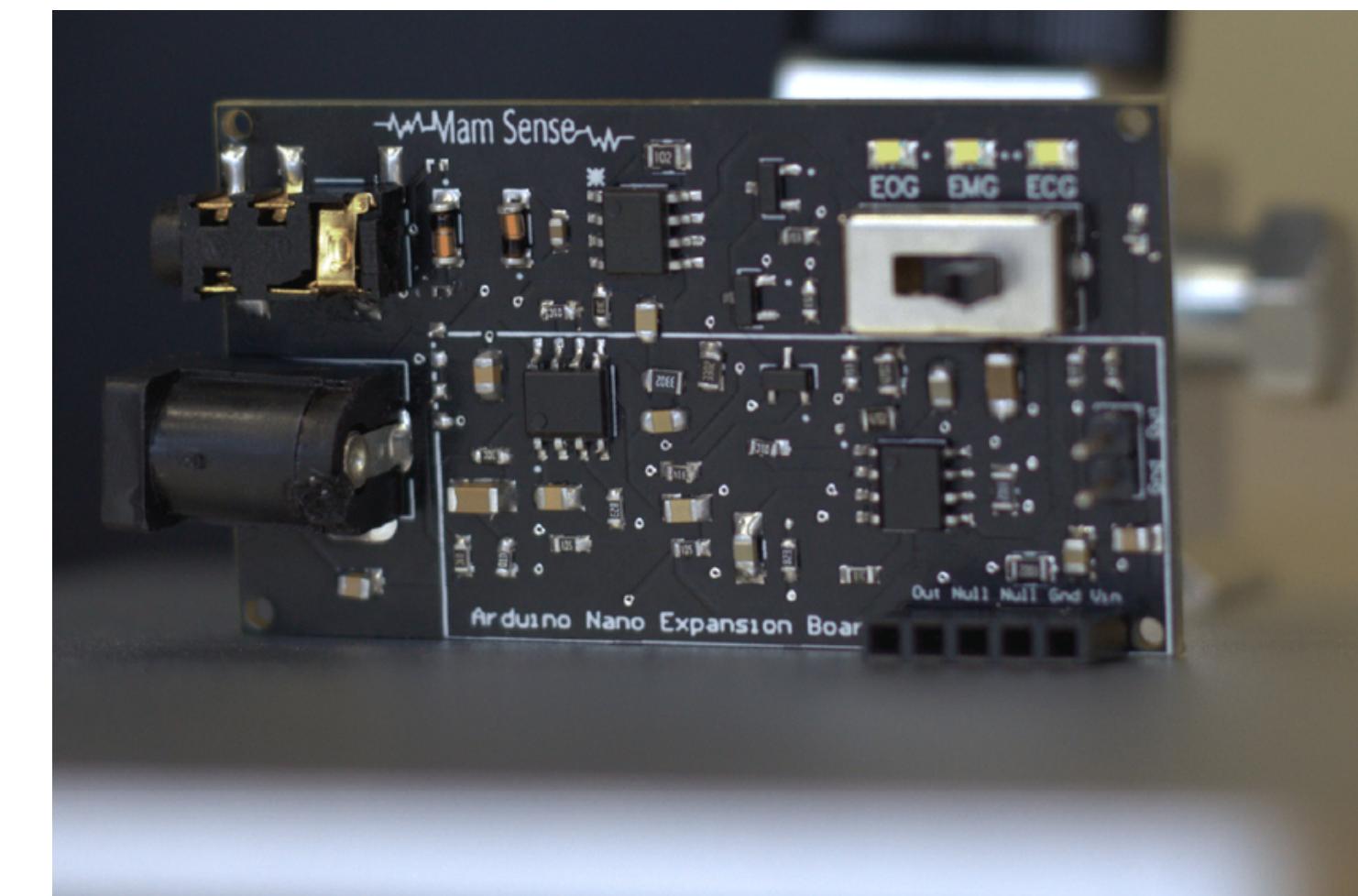


B-Alert X10

СИСТЕМИ РЕЄСТРАЦІЇ ЕЛЕКТРООКУЛОГРАМІ

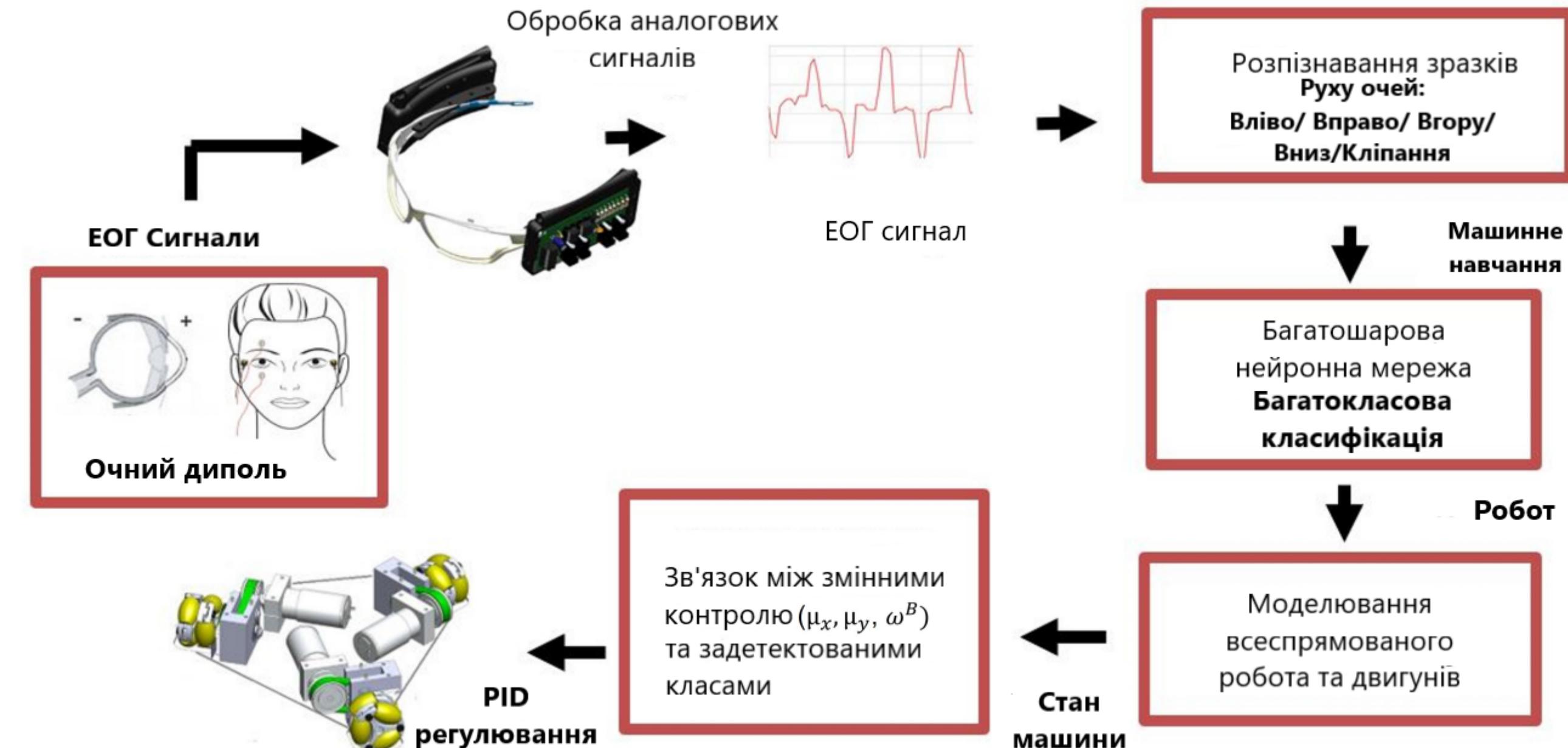
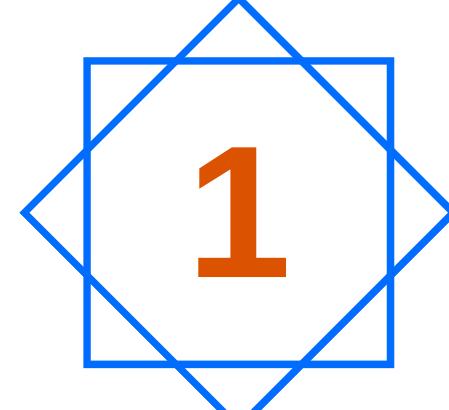


BioAmp EXG Pill



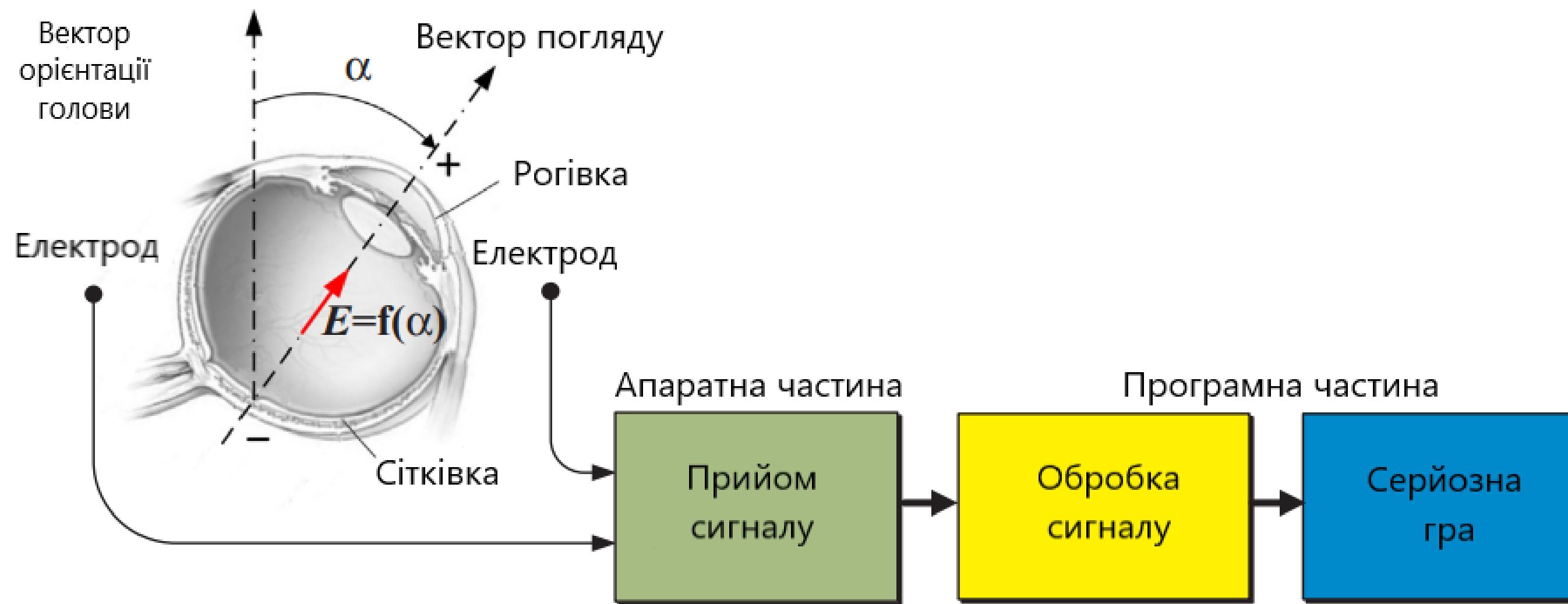
MaM Sense

СУЧАСНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОГЛЯДОМ



Human–Machine Interface: Multiclass Classification by Machine Learning on 1D EOG Signals for the Control of an Omnidirectional Robot

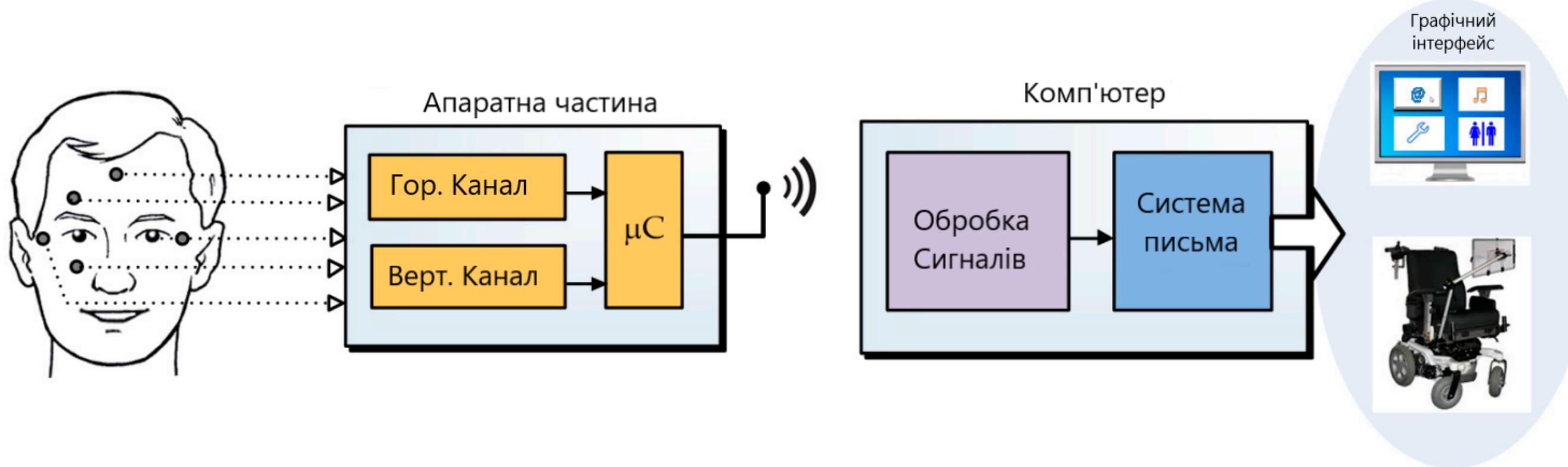
СУЧАСНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОГЛЯДОМ



2

Development of an EOG-based system to control
a serious game

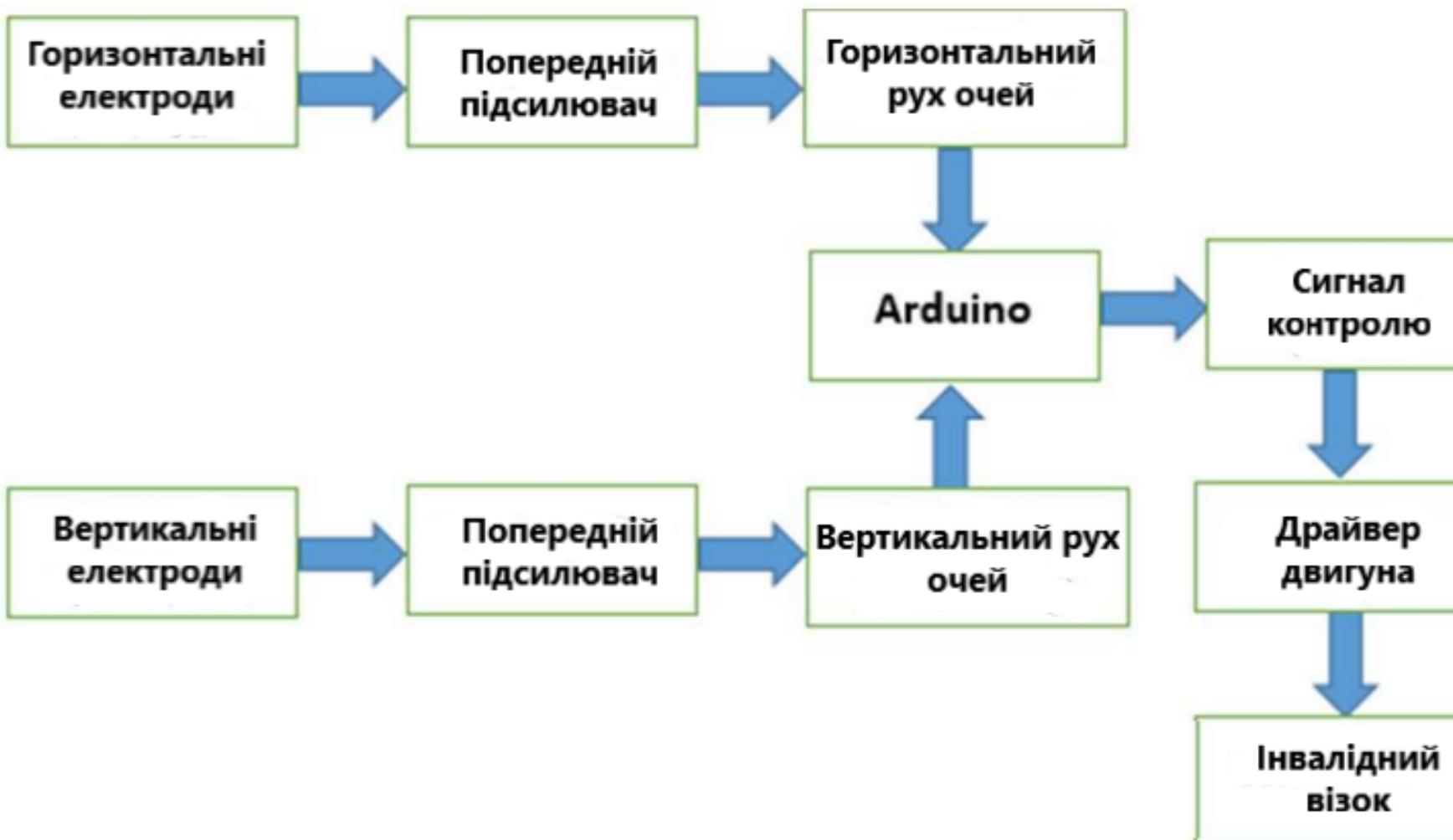
СУЧАСНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОГЛЯДОМ



3

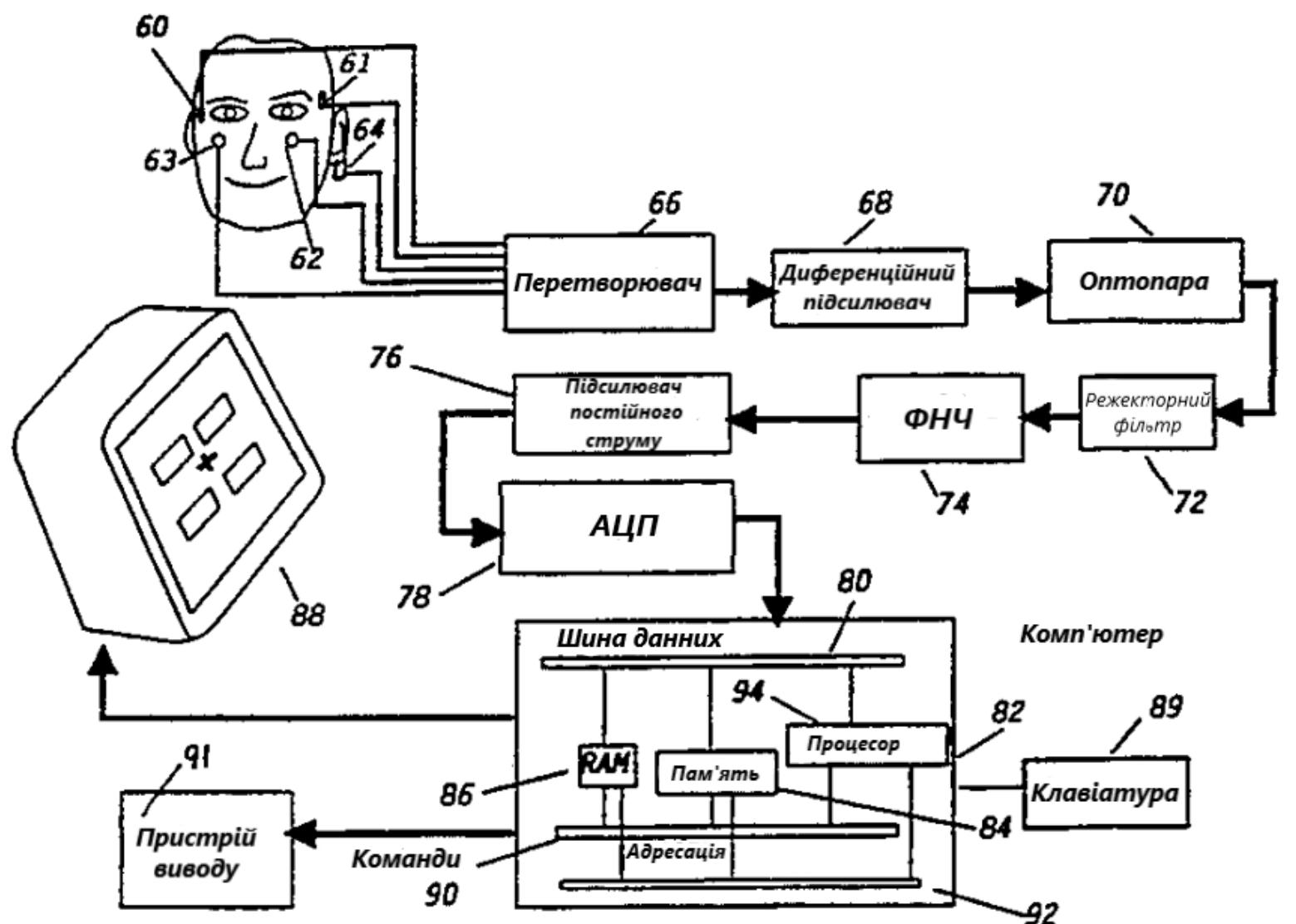
Development of a Computer Writing System
Based on EOG

СУЧАСНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОГЛЯДОМ

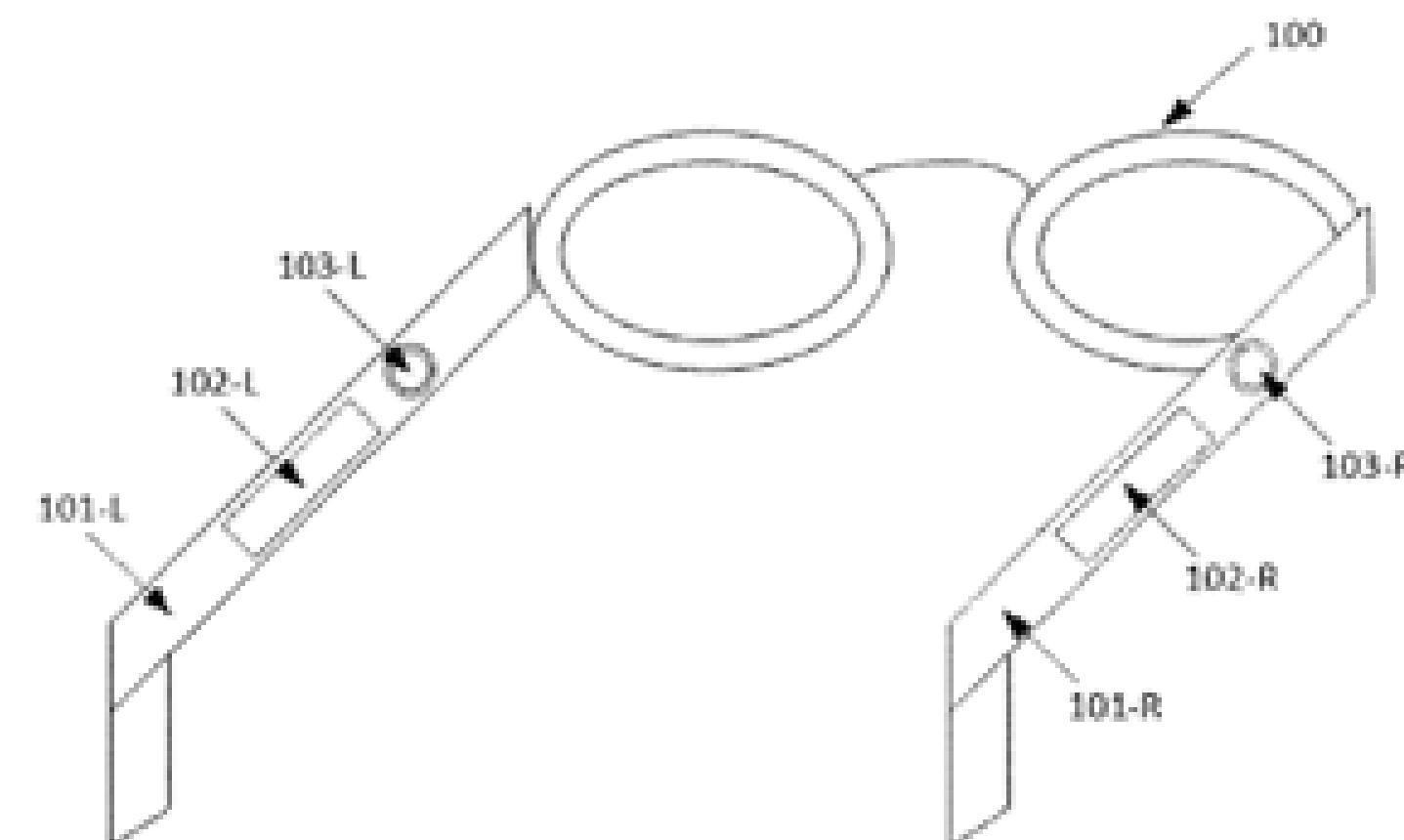


Design and Development of an EOG-based System to Control Electric Wheelchair for People Suffering from Quadriplegia or Quadriparesis

АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПОГЛЯДОМ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПРОВЕДЕНОГО ПАТЕНТНОГО ПОШУКУ

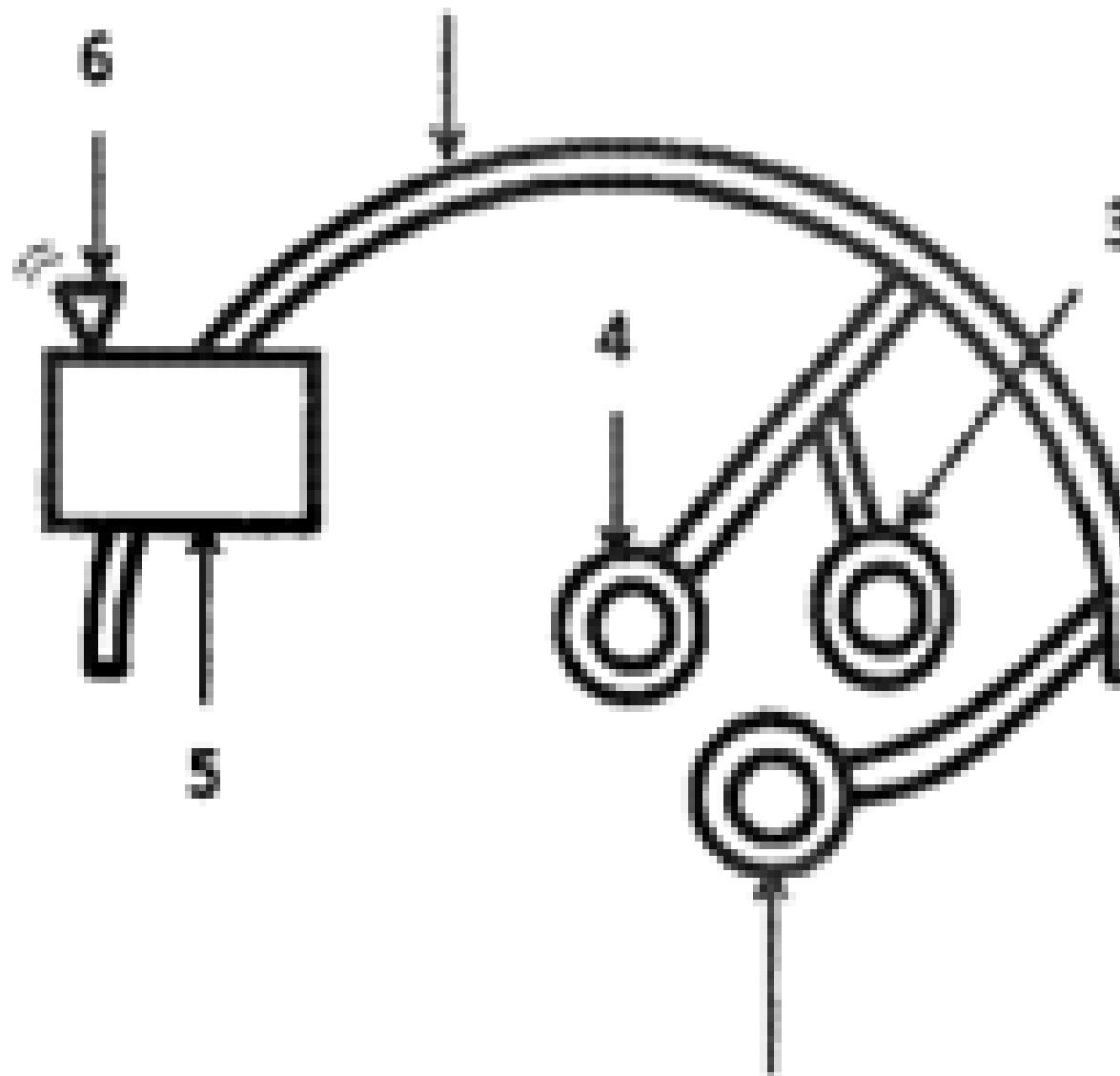


US005360971A «Apparatus and method for eye tracking interface», 1994 року

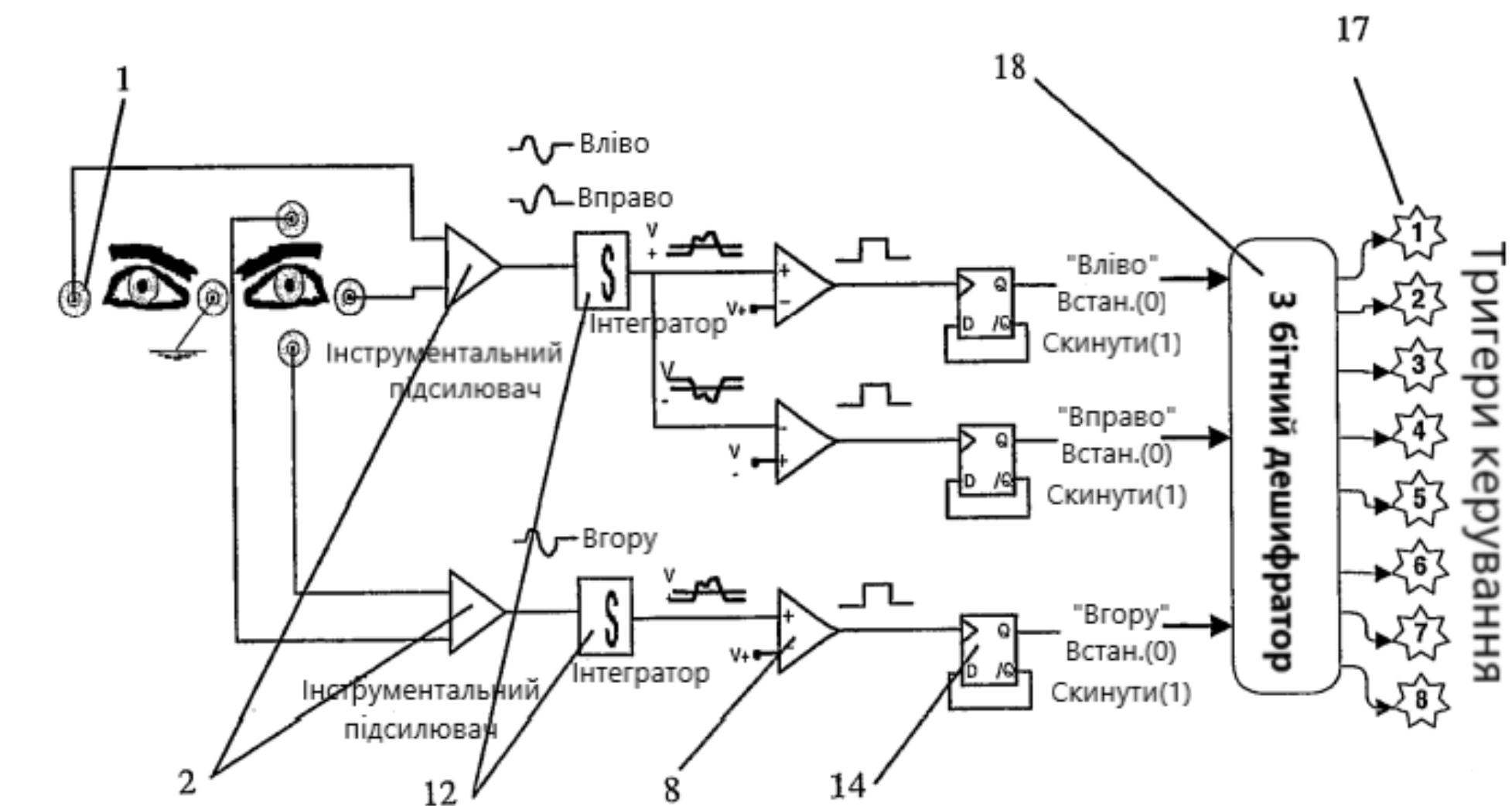


US9955895B2 «Wearable head-mounted, glass-style computing devices with EOG acquisition and analysis for human-computer interfaces», 2014 року

АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПОГЛЯДОМ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПРОВЕДЕНОГО ПАТЕНТНОГО ПОШУКУ



WO2022015132A1 «System for the remote control of objects, machines or equipment by eog signals», 2022 року



WO2004021157A1 «Method and apparatus for generating control signals using electro-oculographic potentials», 2002

ЗАДАЧА КЛАСИФІКАЦІЇ

вибірка 0 вибірка 1 ... вибірка M



Класи



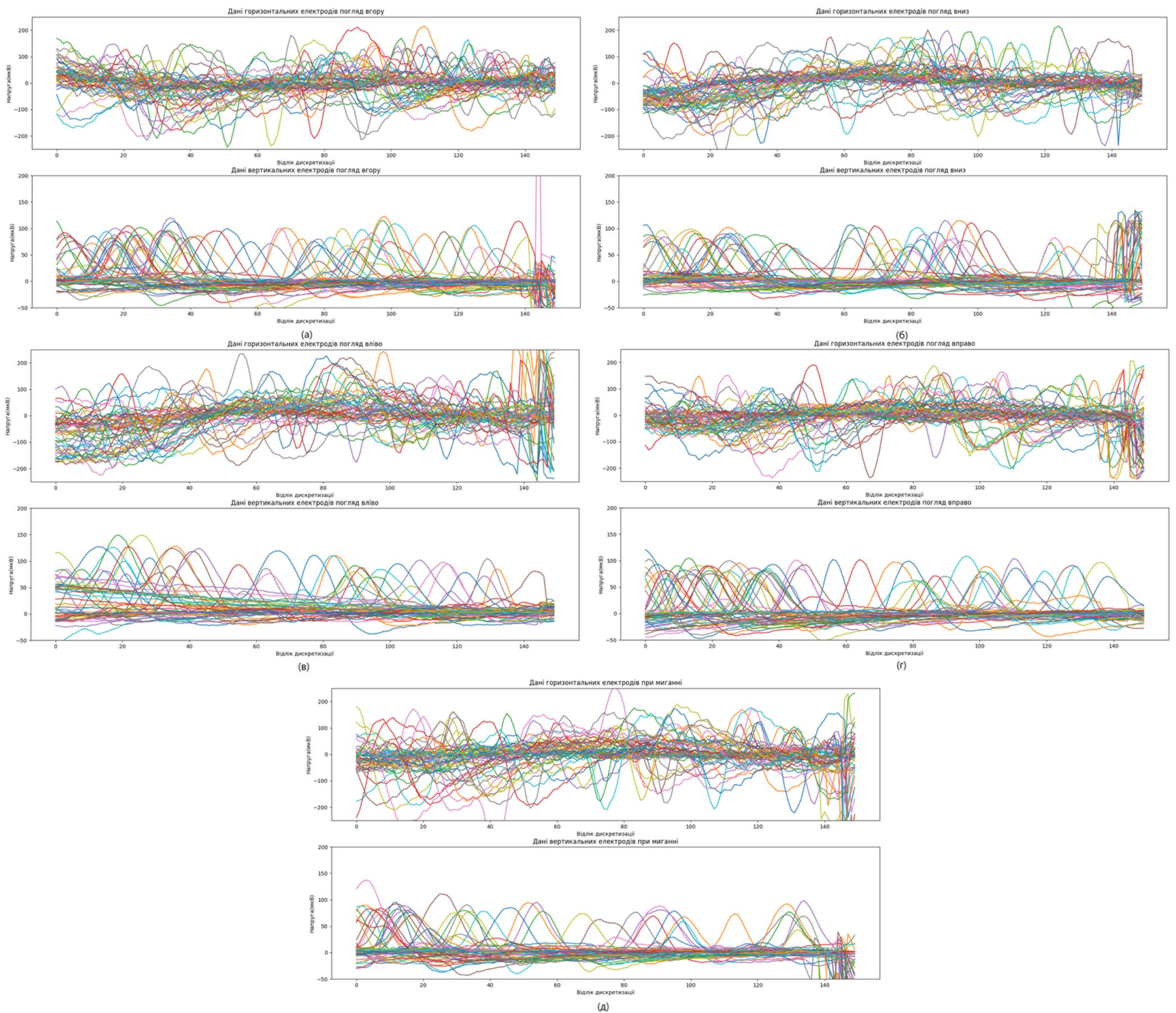
ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ

		Передбачені класи			
		1	2	...	k
Фактичні класи	1	n ₁₁	n ₁₂	...	n _{1k}
	2	n ₂₁	n ₂₂		n _{2k}

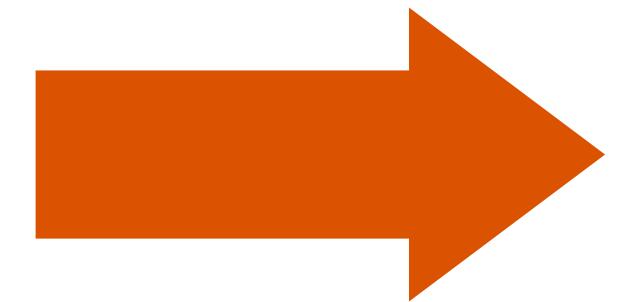
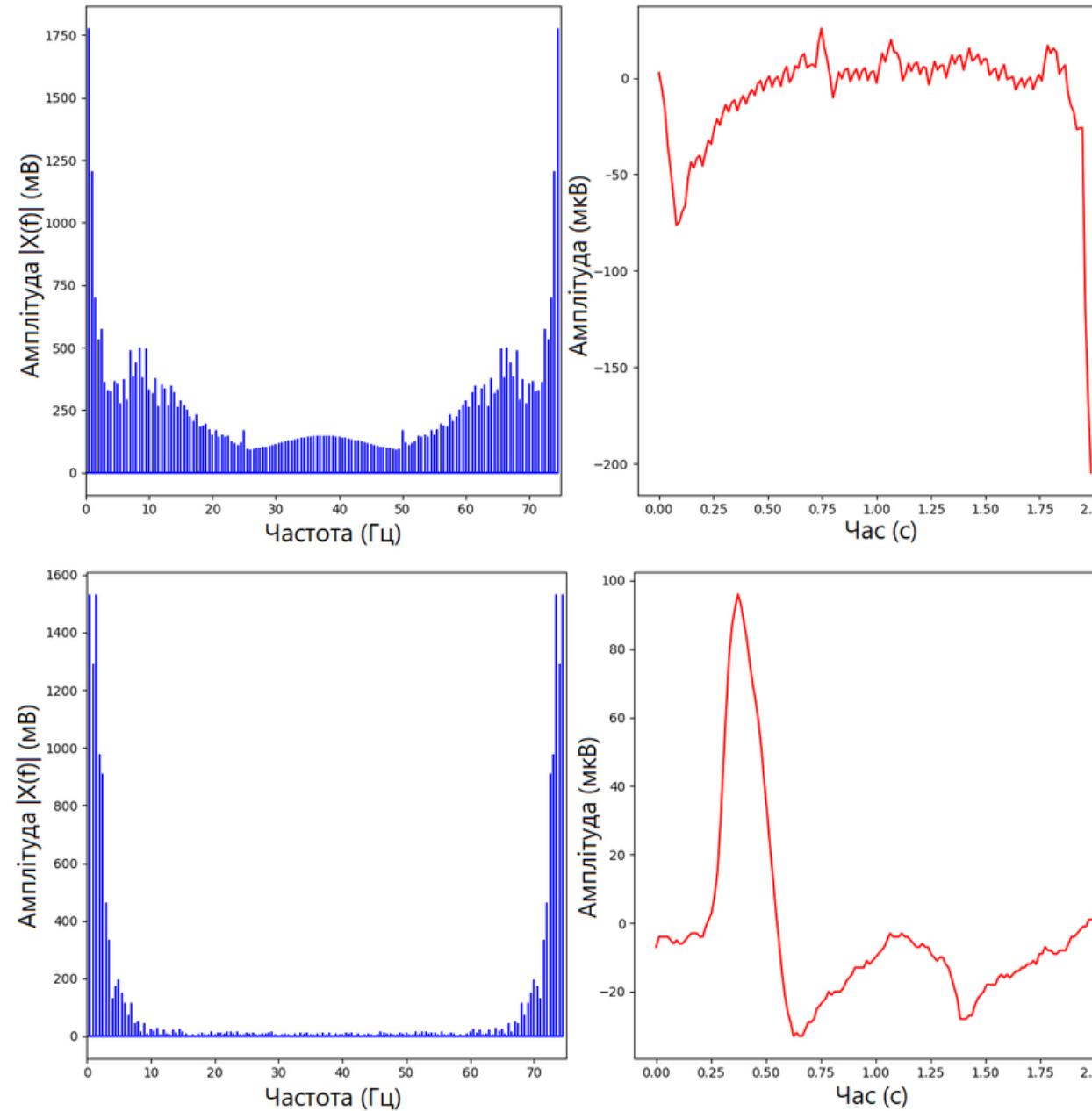
	k	n _{k1}	n _{k2}	...	n _{kk}

$$A = \frac{n_{11} + n_{22} + \dots + n_{kk}}{n_{11} + n_{12} + \dots + n_{k1} + n_{21} + n_{22} + \dots + n_{k2} + \dots + n_{1k} + n_{2k} + \dots + n_{kk}}$$

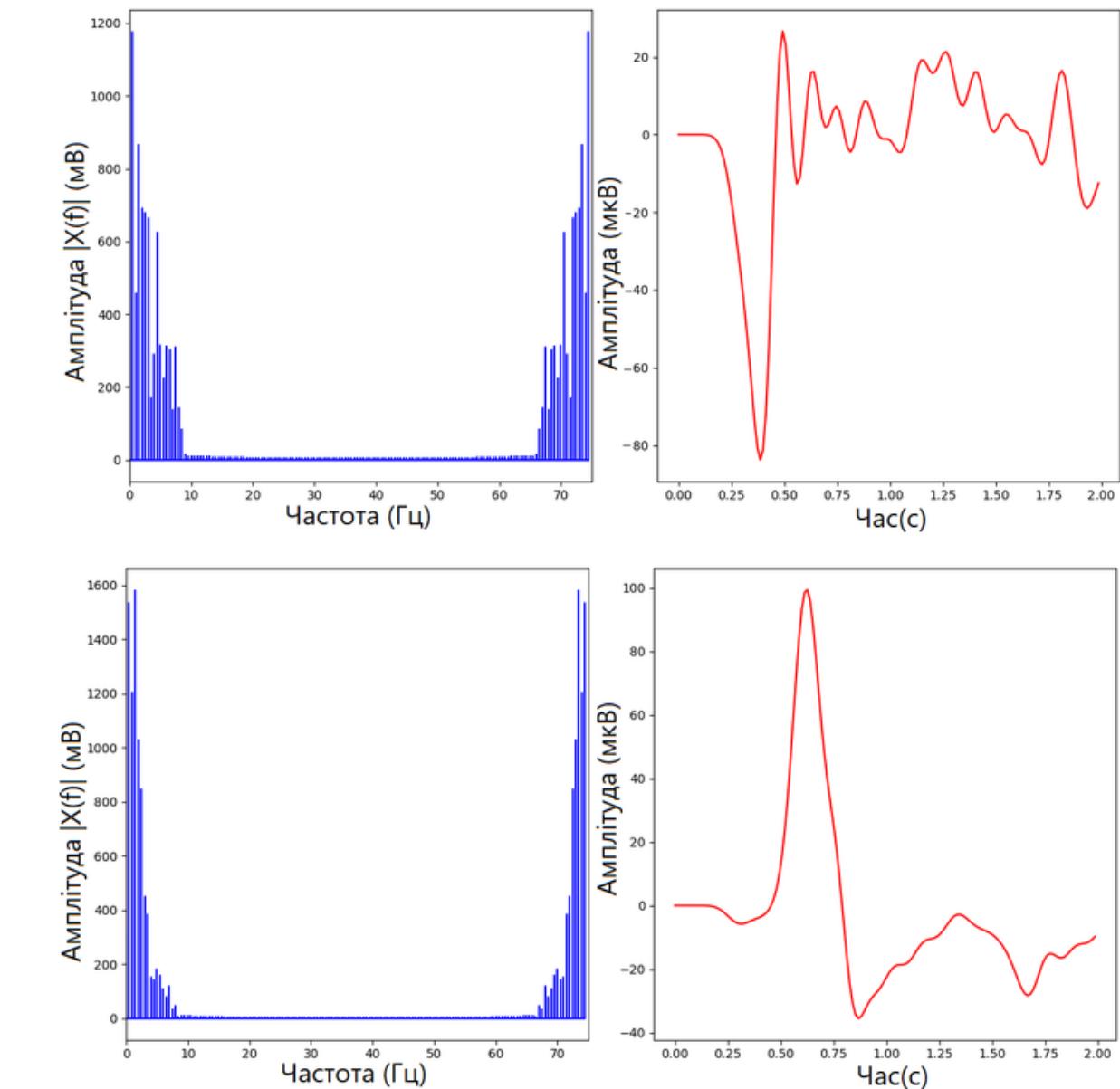
ТЕСТОВІ ДАНІ



ОБРОБКА ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ

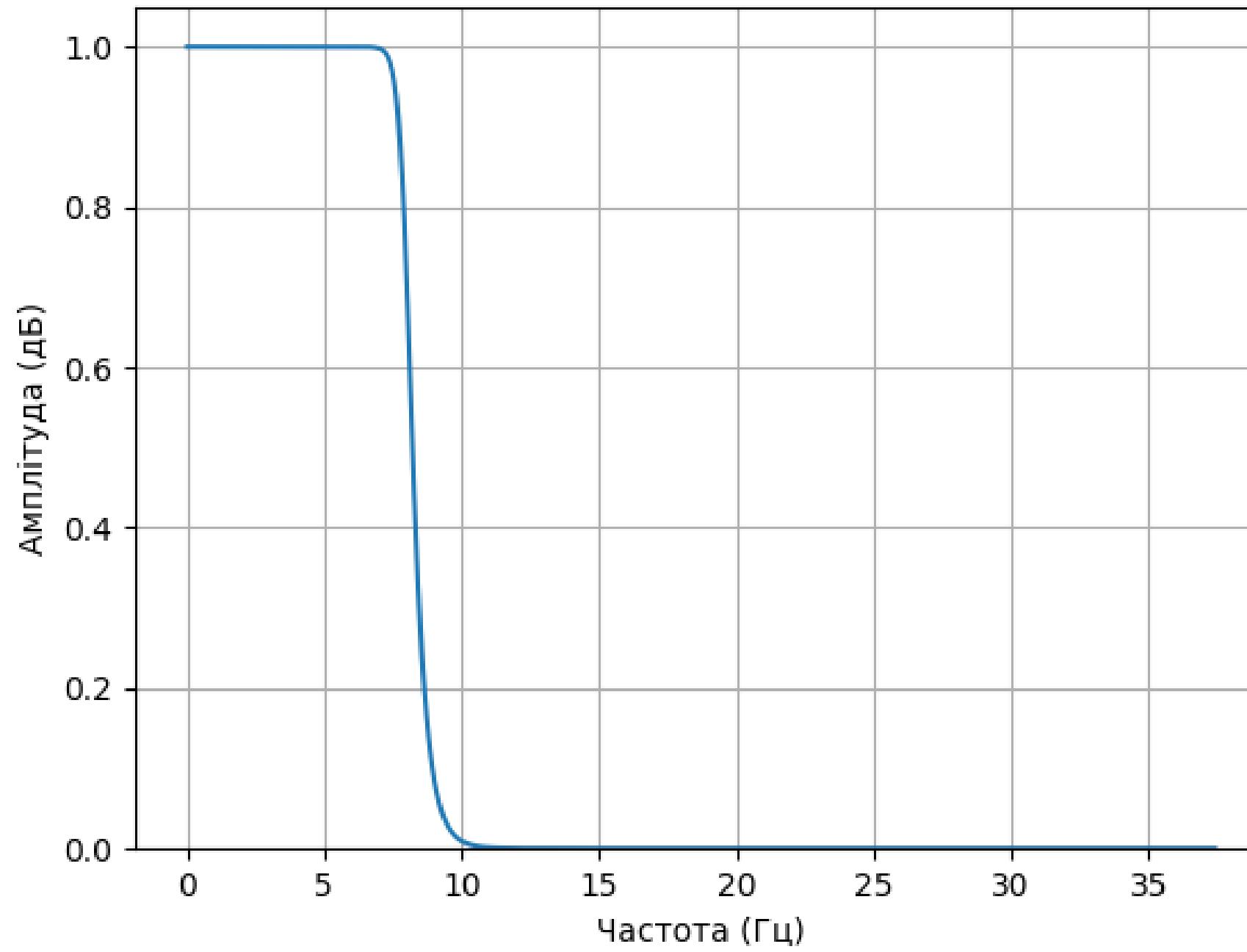


ФНЧ
Батерворда
4 порядку

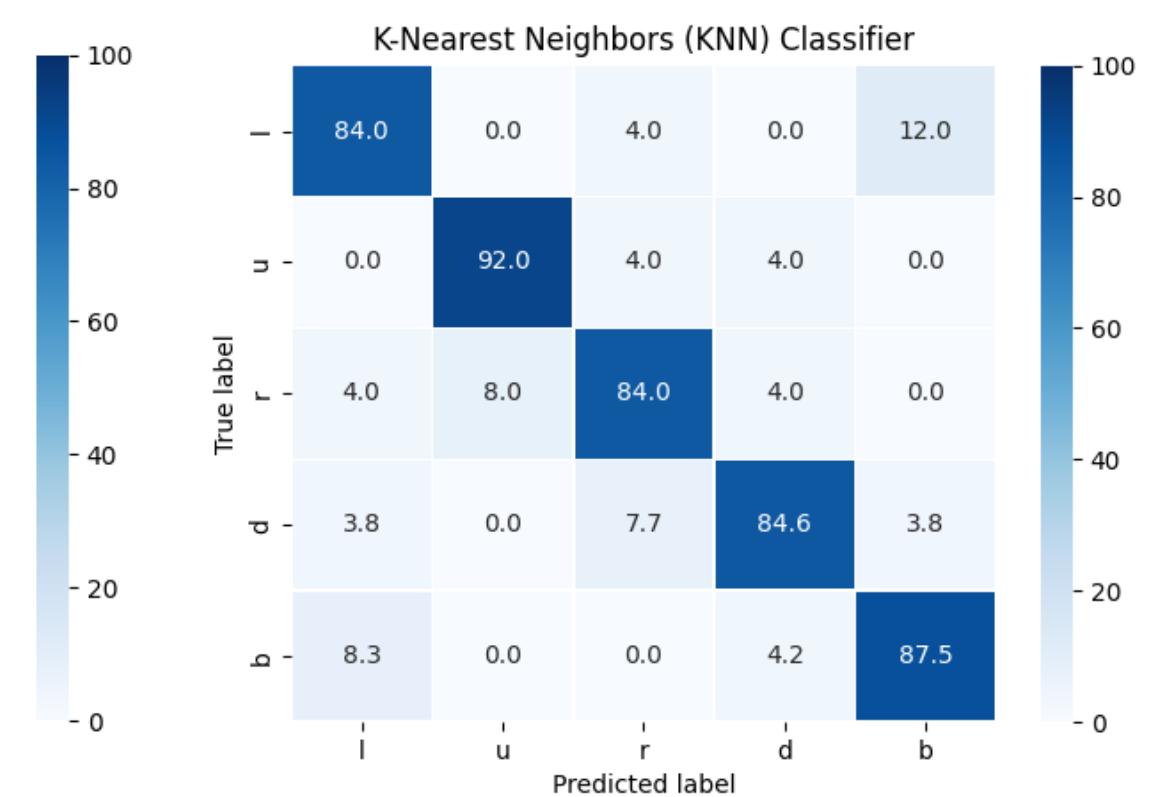
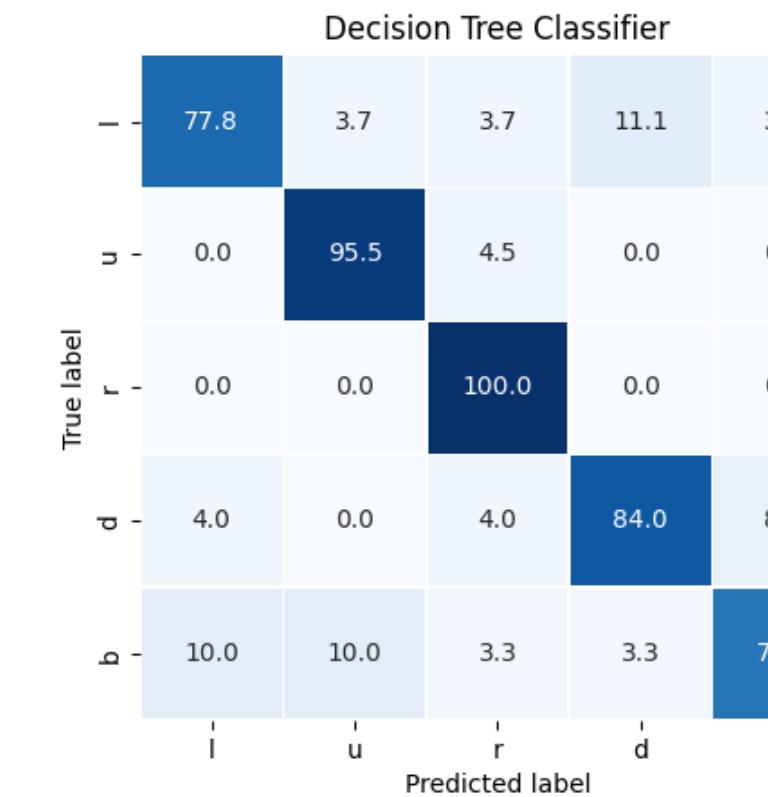
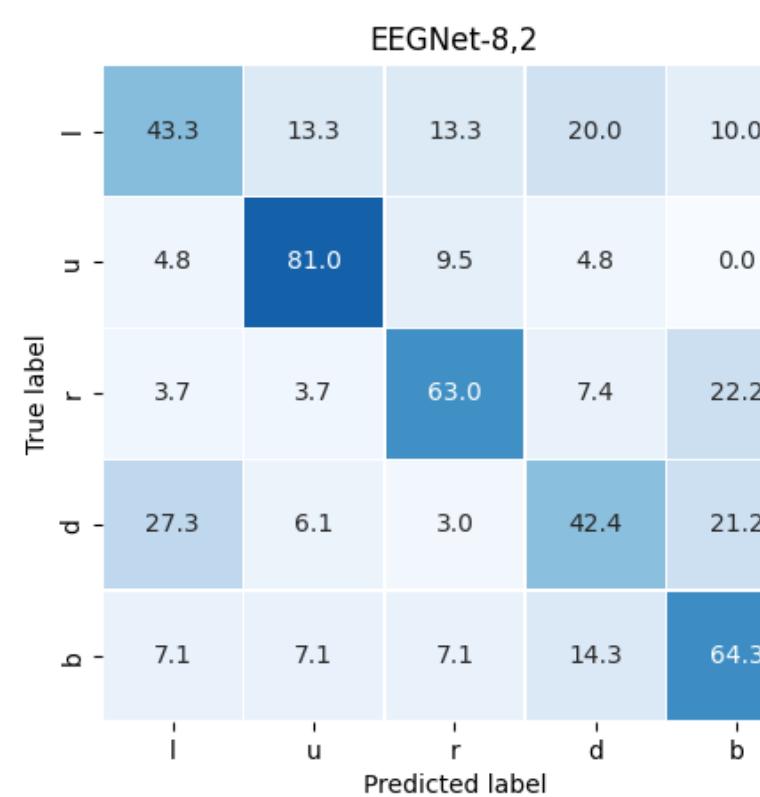
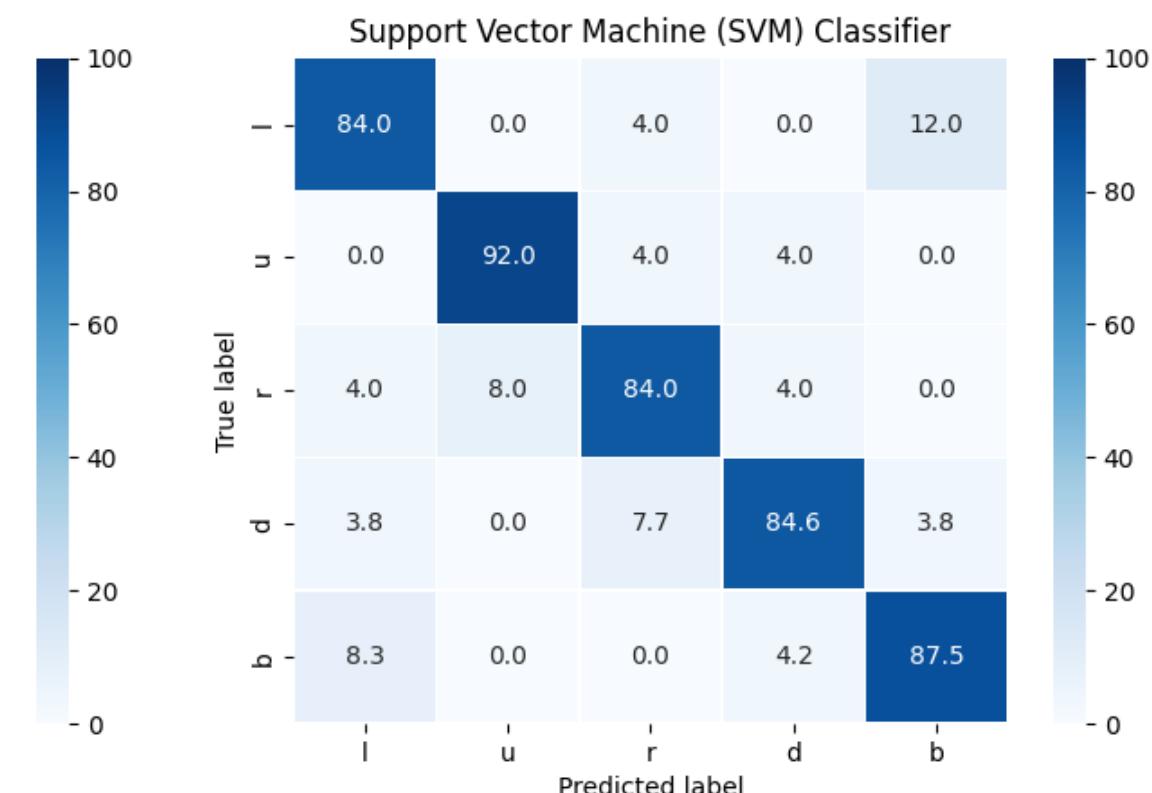
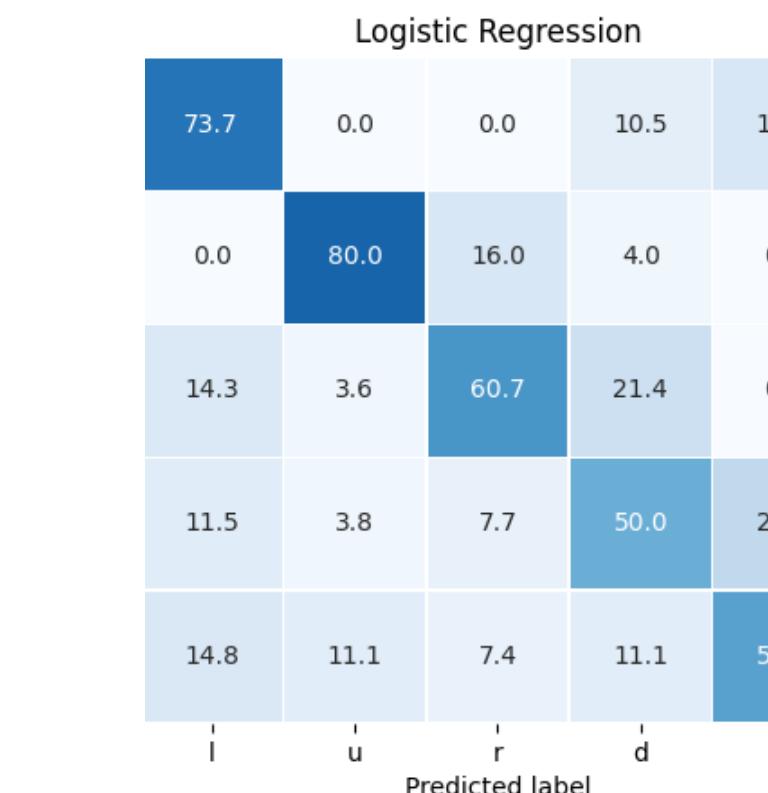
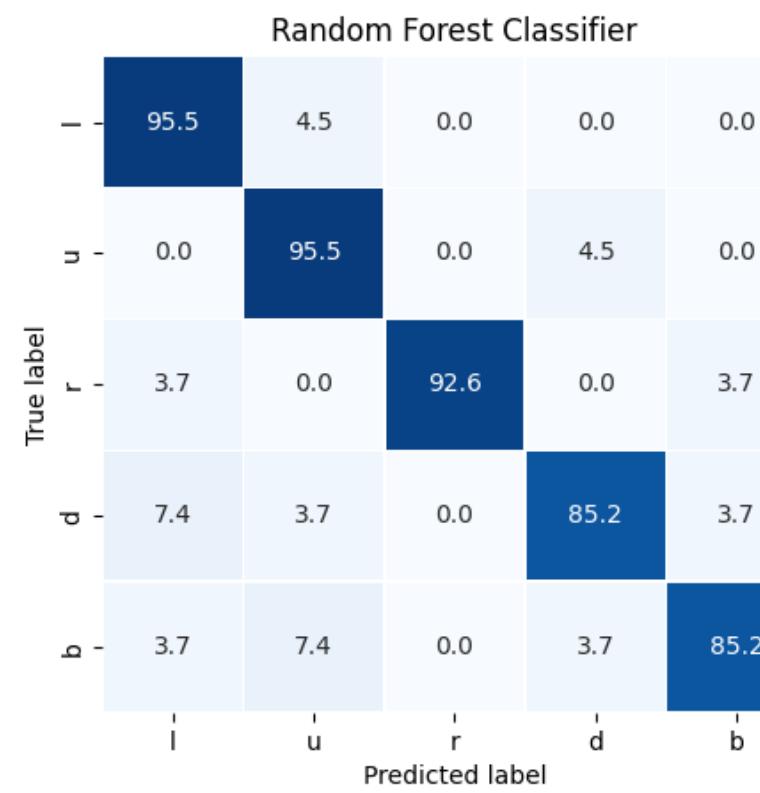


АЧХ ЗАСТОСОВАНОГО ФІЛЬТРА

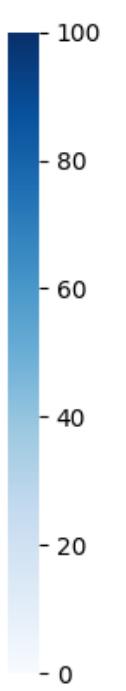
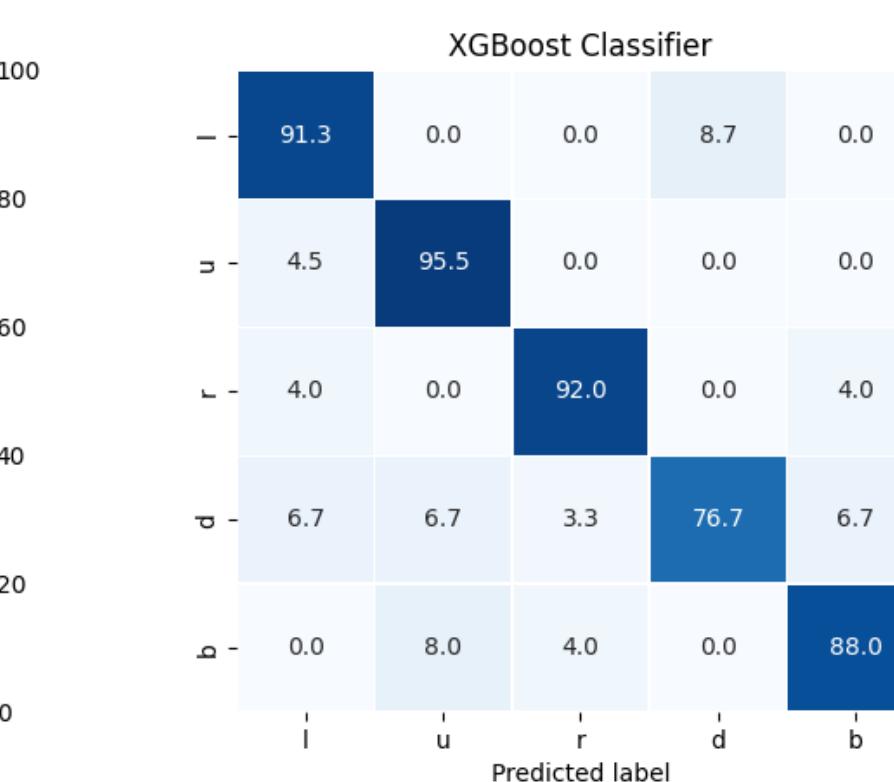
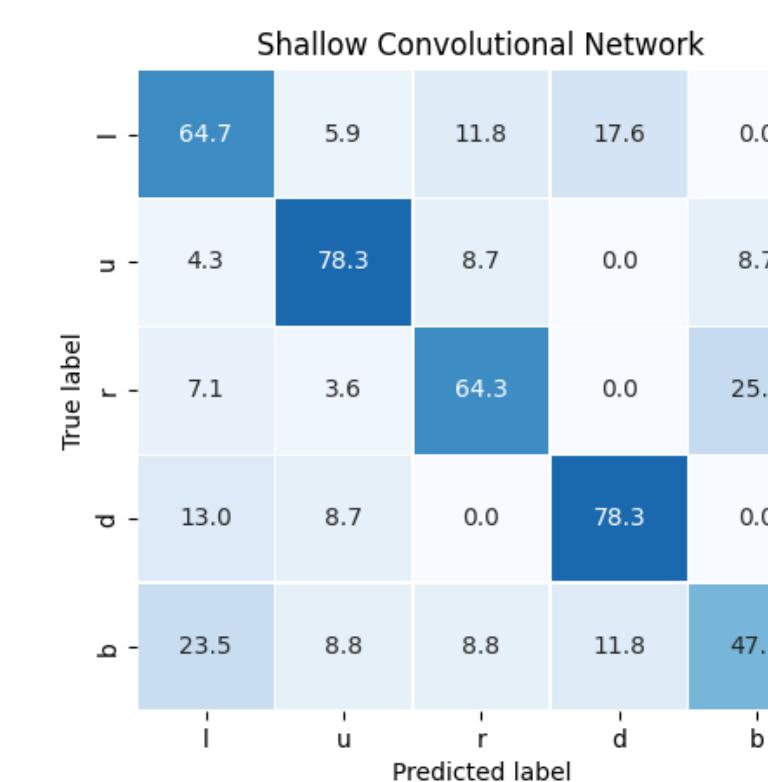
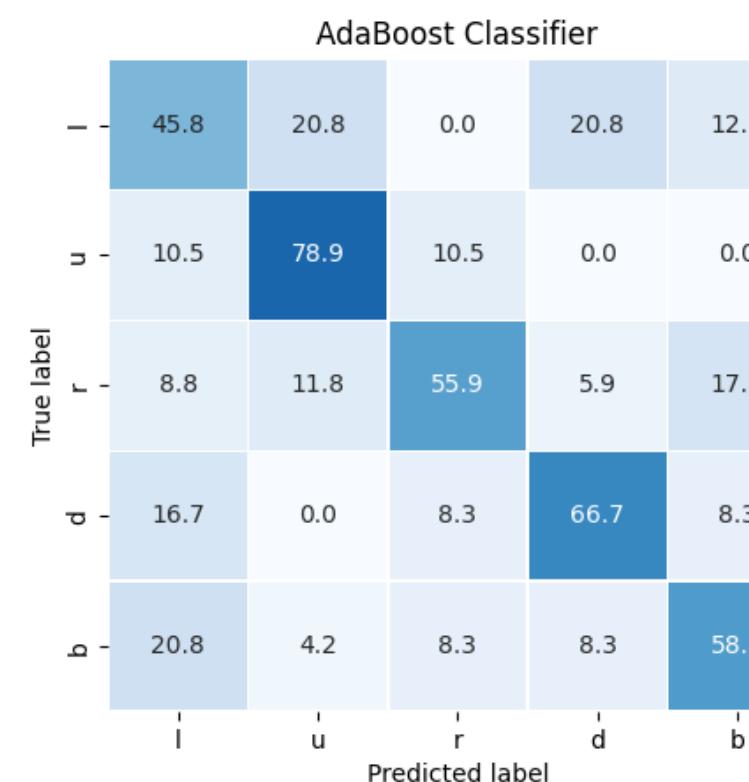
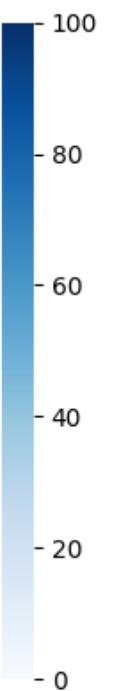
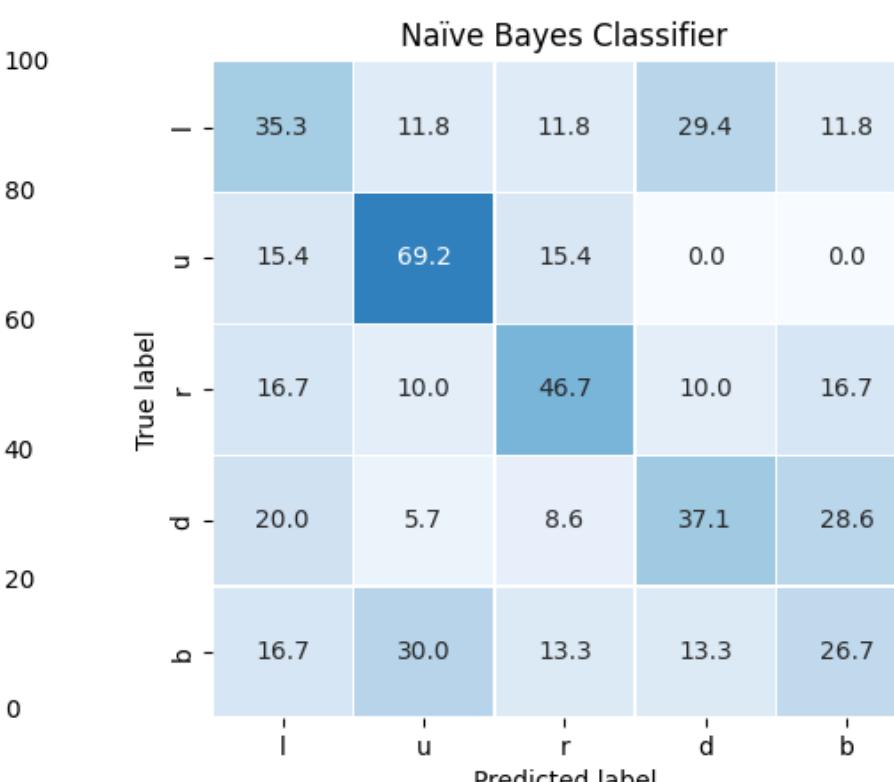
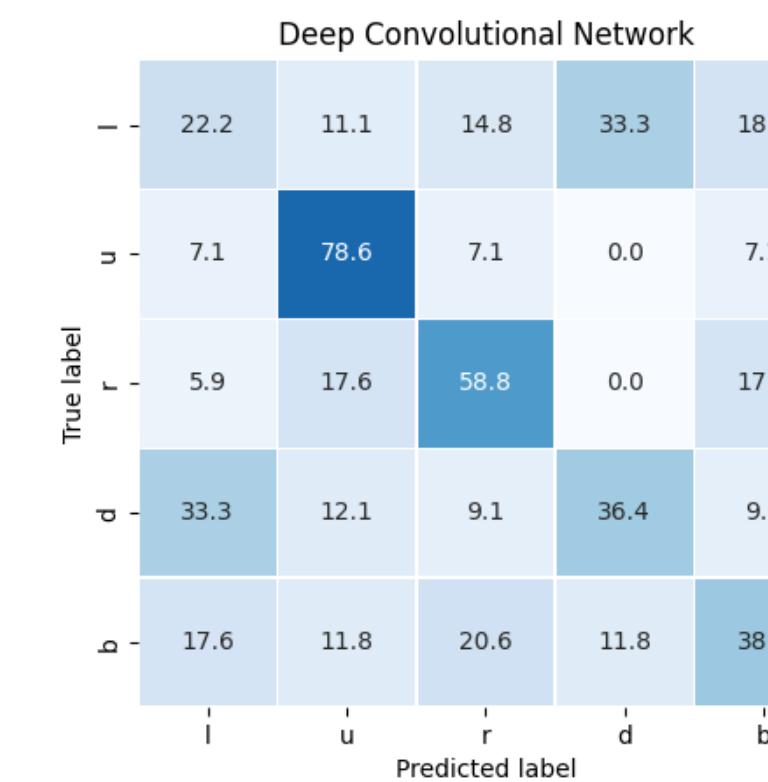
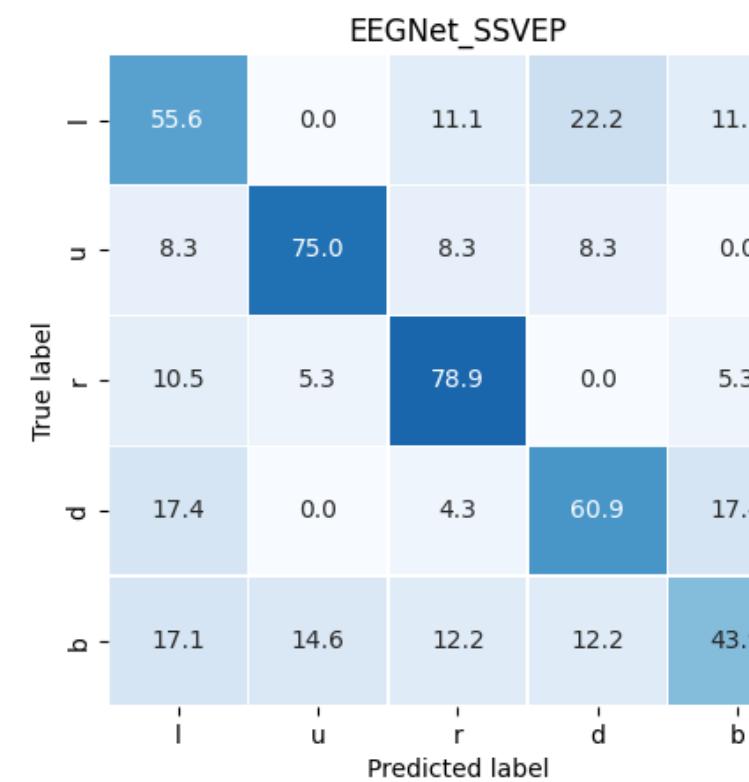
АЧХ ФНЧ фільтра



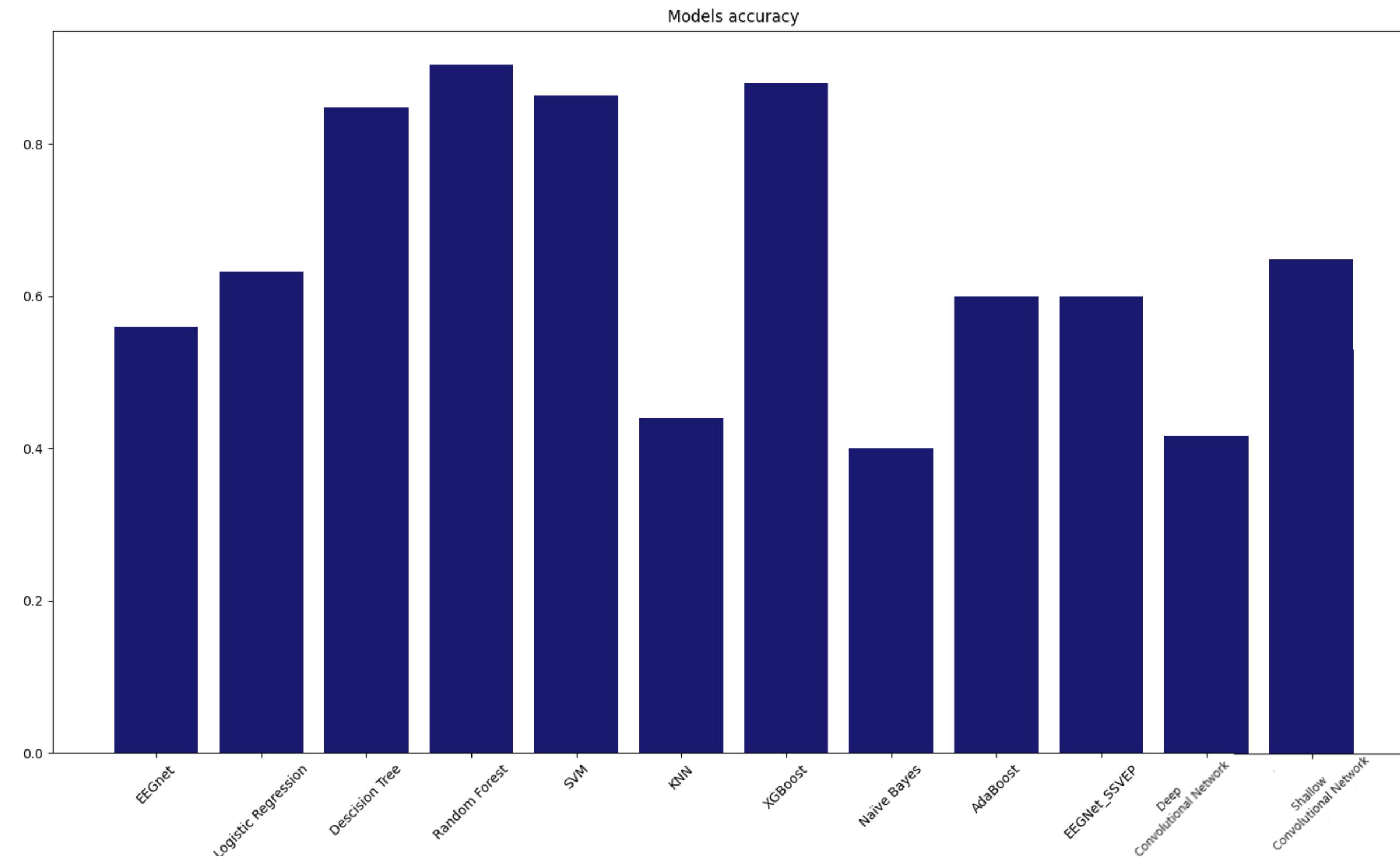
МАТРИЦІ ПОМИЛОК МЕТОДІВ КЛАСИФІКАЦІЇ



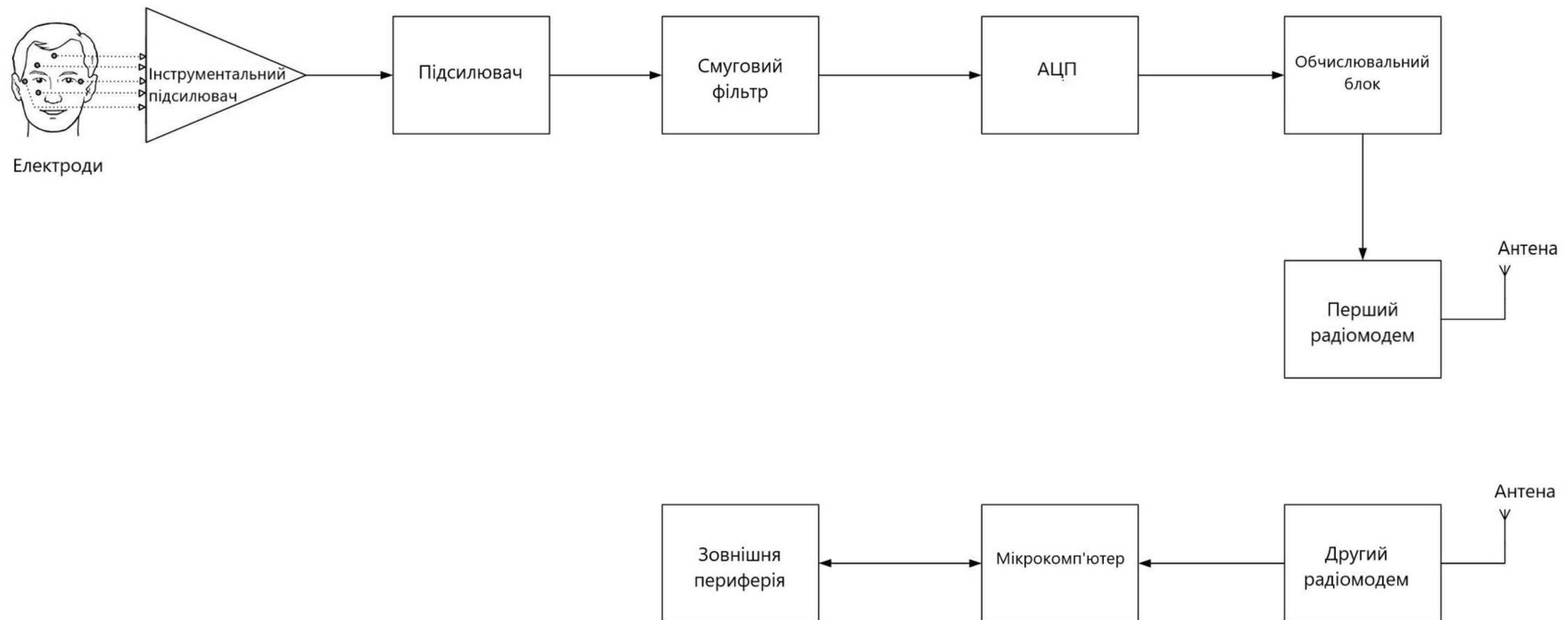
МАТРИЦІ ПОМИЛОК МЕТОДІВ КЛАСИФІКАЦІЇ



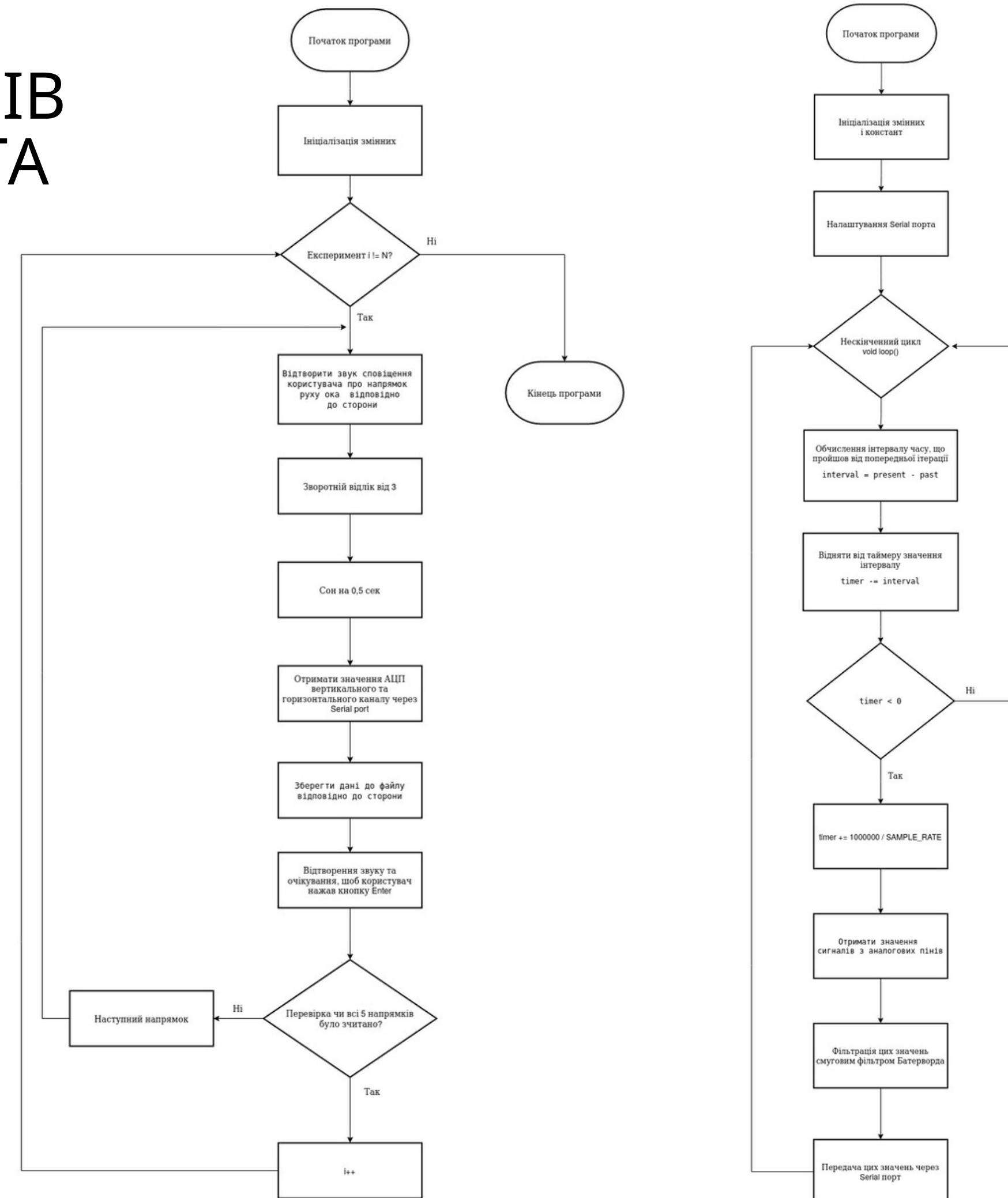
ГІСТОГРАМА ДОСТОВІРНОСТЕЙ МЕТОДІВ КЛАСИФІКАЦІЇ



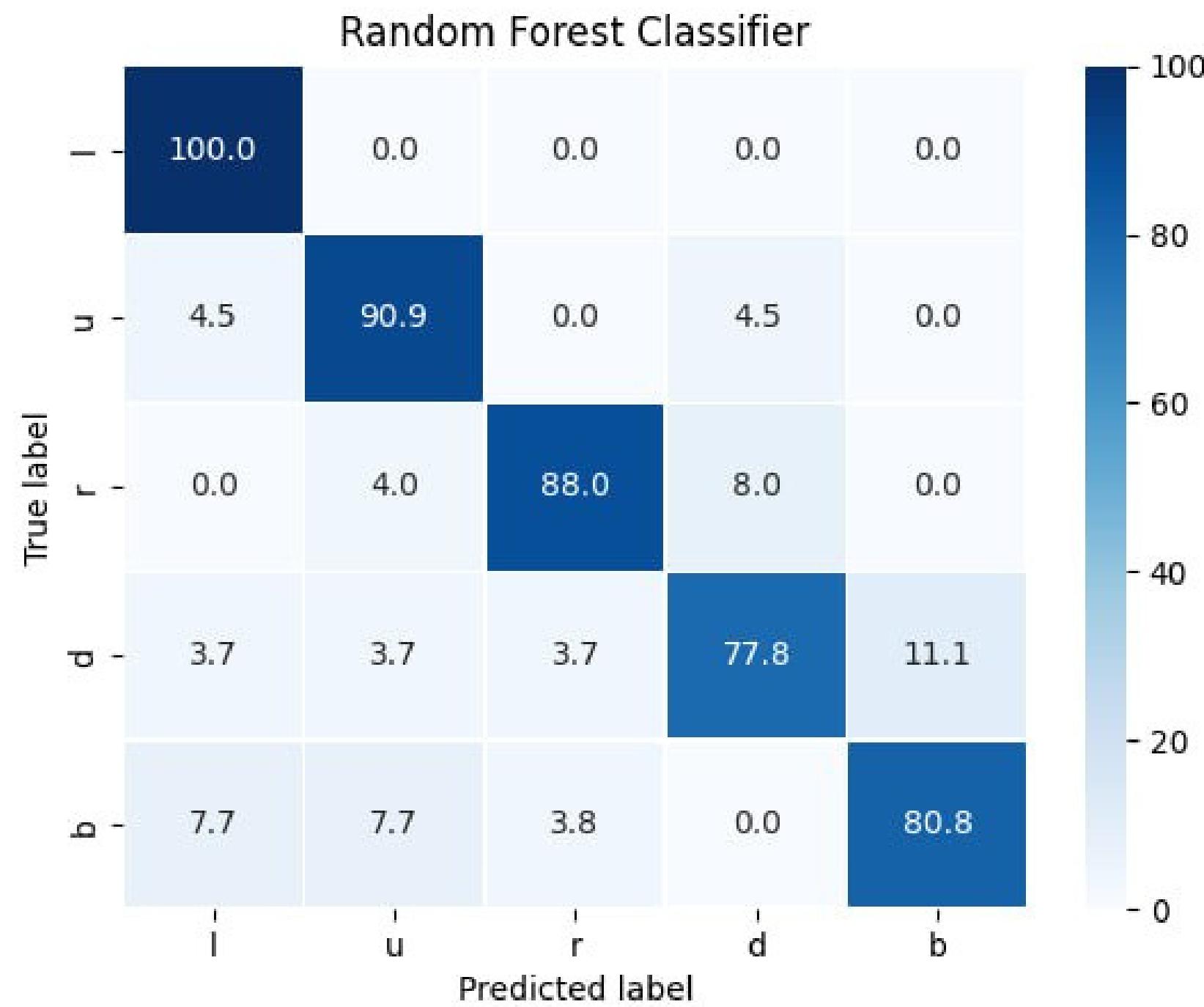
СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ



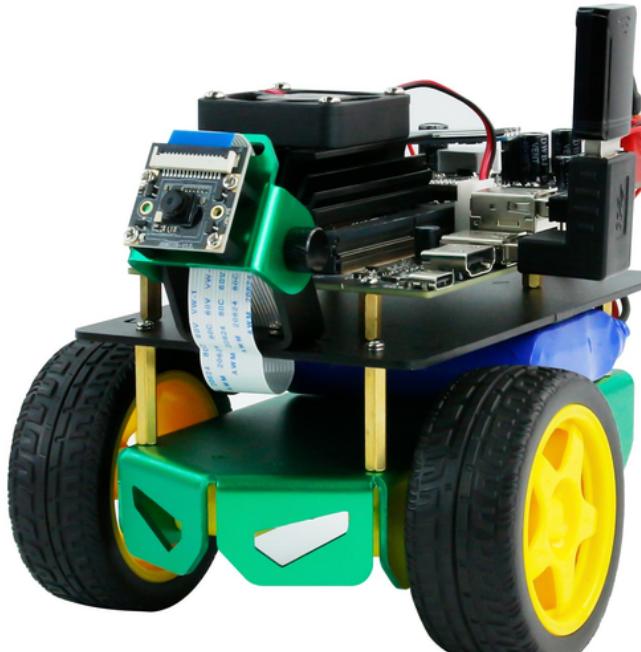
БЛОК СХЕМИ АЛГОРИТМІВ РОБОТИ РЕЄСТРАТОРА ТА МІКРОКОНТРОЛЕРА



МАТРИЦЯ ПОМИЛОК РЕАЛЬНИХ ДАНИХ

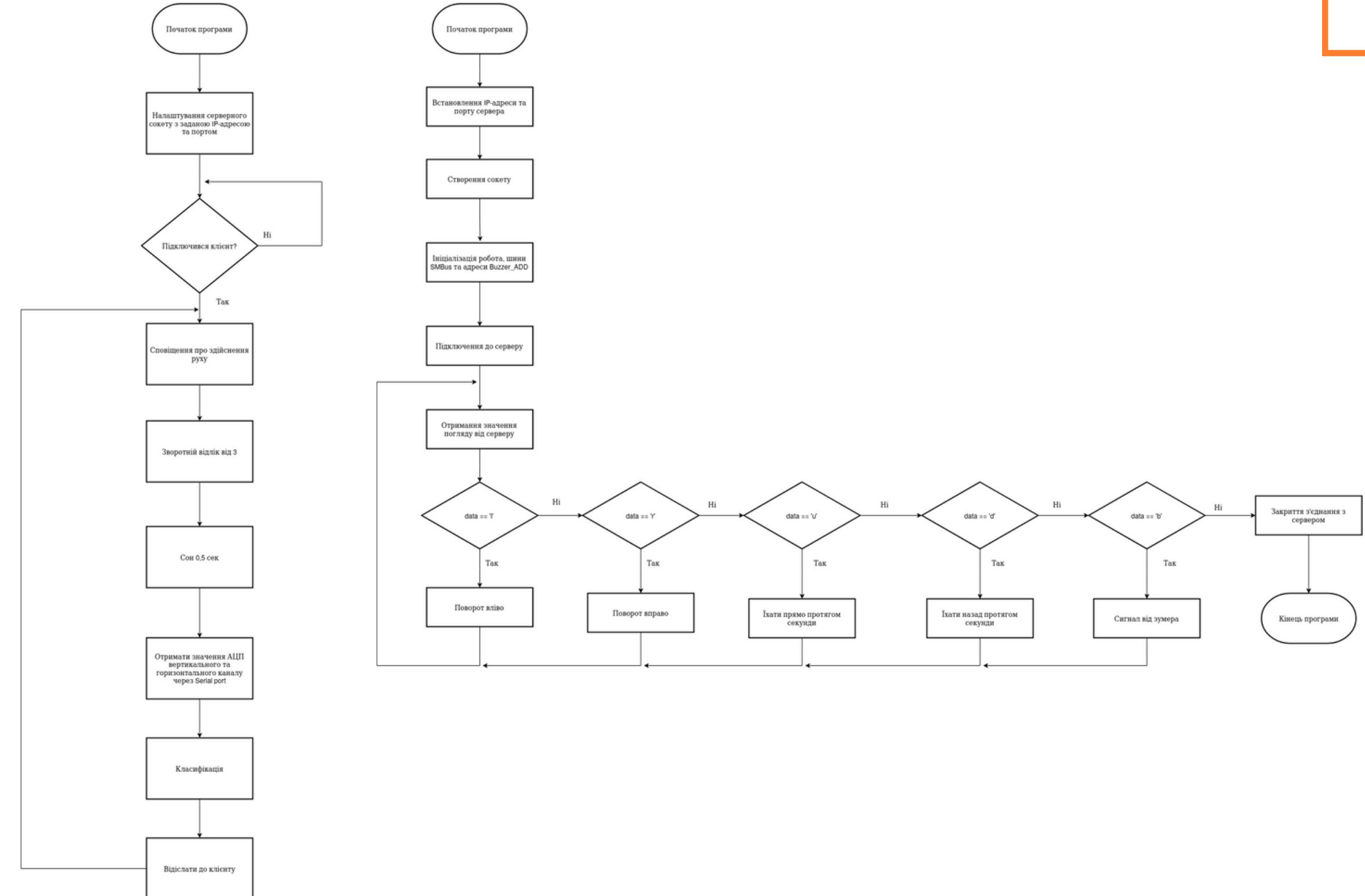


БЛОК СХЕМИ АЛГОРИТМІВ РОБОТИ СЕРВЕРА ТА КЛІЄНТУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ РОБОТОМ



 ROS

Jetbot mini



БЛОК СХЕМИ АЛГОРИТМІВ РОБОТИ СЕРВЕРА ТА КЛІЄНТУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ КУРСОРОМ



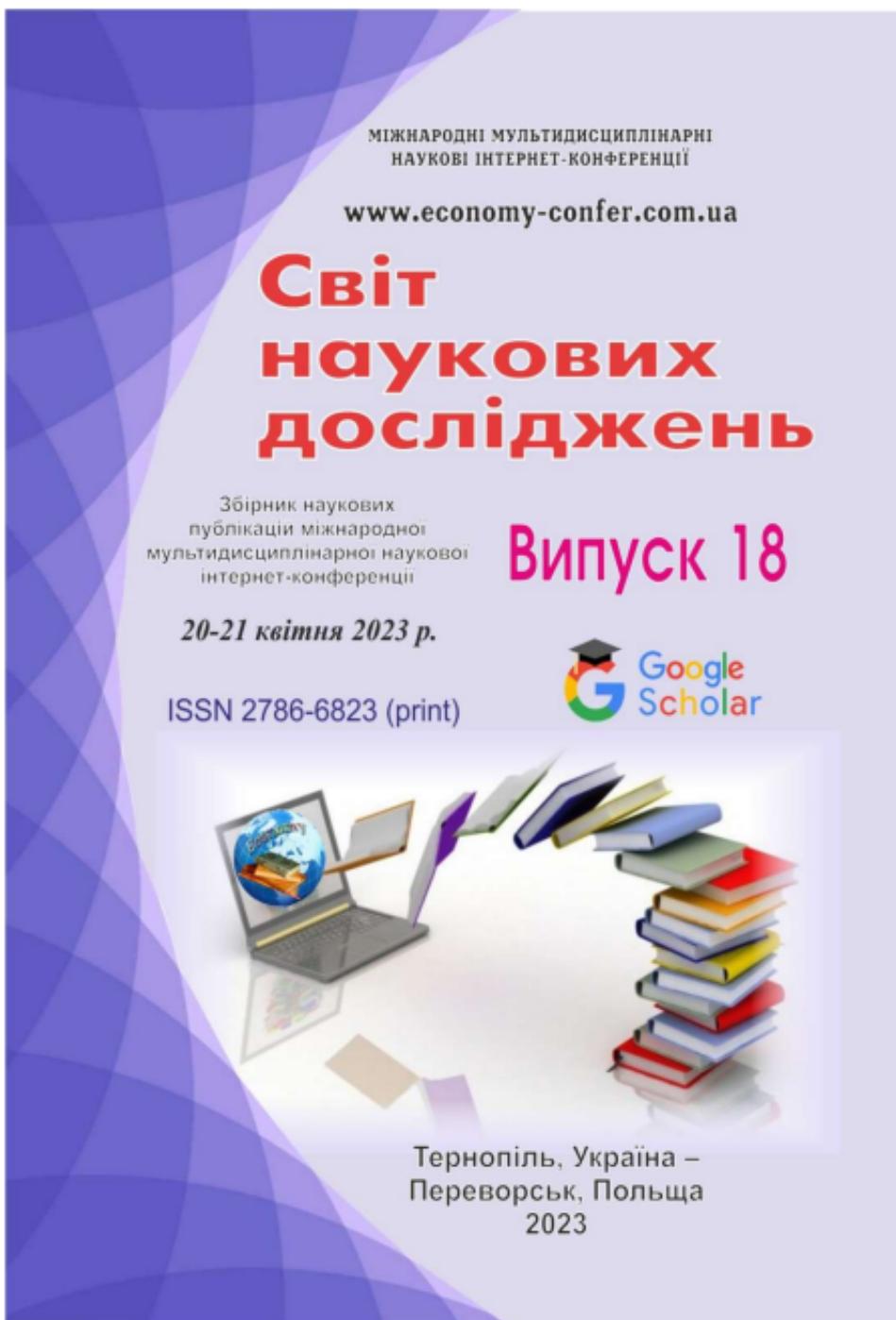
ВІДЕОДЕМОНСТРАЦІЯ

АПРОБАЦІЯ

◆ Результати дисертаційних досліджень апробовано на Міжнародній мультидисциплінарній науковій інтернет-конференції «Світ наукових досліджень. Випуск 18», м. Тернопіль (Україна) – м. Переворськ (Польща), 20-21 квітня 2023р.



ПУБЛІКАЦІЇ



Шепель Андрій Васильович УРОЖАЙНІСТЬ НАСІНЯ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ І ПРОТРУЄННЯ НАСІНЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ.....266

Біологічні науки

Москаленко Микола Павлович, Приходько Максим Вадимович ТРАВМАТИЗМ ДОРОСЛОГО НАСЕЛЕННЯ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....269

Технічні науки

Дмитрик Оксана Анатоліївна, Васильєв Кіріл Олексійович 3D-ДРУК У БУДІВНИЦТВІ: ПОГЛЯД НА ПЕРСПЕКТИВИ.....273

Коцюбайло Антон Васильович СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПОГЛЯДОМ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ЕЛЕКТРООКУЛОГРАФІИ...274

Усатий Олександр Павлович, Кльоб Антон Петрович МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕРМО ТА ГАЗОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ТУРБІНІ БЕЗ ЧАСТИНИ СОПЛОВИХ ТА / АБО РОБОЧИХ РЕШІТОК.....277

Архітектура

Лепешко Анатолій Анатолійович, Седак Олександр Ігорович МОЖЛИВА ПЕРСПЕКТИВА СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНІХ ПУНКТІВ У КОНТЕКСТІ МІСТОБУДІВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕРИТОРІЙ.....284

Михіденко Марта Олександровна ПРОБЛЕМИ МІСТОБУДІВНОГО РОЗВИТКУ ПРИМІСЬКИХ ЗОН УКРАЇНИ.....285

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ