**Практична робота**
**Альтернативні джерела керування протезом кінцівки**

**Мета роботи**

Ознайомитися з сучасними альтернативними методами керування протезами верхніх і нижніх кінцівок, проаналізувати їх принципи дії, переваги та обмеження порівняно з біоелектричними та міотонічними системами керування.

## Теоретичні відомості

Сучасні протези кінцівок можуть керуватися різними типами сигналів, що відображають стан користувача або середовища. Після біоелектричного (ЕМГ) і міотонічного керування в практиці застосовуються такі **альтернативні джерела керування**:

1. **Механічне (кабельне) керування**

– Використання тягових систем (тросів, ременів), які перетворюють рух залишкової кінцівки або плечового пояса на рух штучного суглоба.

– Простота, надійність, низька вартість.

– Обмежена кількість ступенів свободи, потребує фізичних зусиль.

2. **Пневматичне або гідравлічне керування**

– Керування здійснюється тиском рідини або повітря, що створюється внаслідок руху м’язів або зовнішнього джерела.

– Плавність рухів, можливість створення значних зусиль.

– Недолік — громіздкість, складність обслуговування, потреба в герметизації.

3. **Оптичне (фотоплетизмографічне, інфрачервоне) керування**

– Використання змін у кровонаповненні, температурі або відбитті ІЧ-випромінювання для визначення активності м’язів.

– Безконтактний метод, придатний для користувачів із підвищеною чутливістю шкіри.

– Потребує калібрування та захисту від зовнішнього освітлення.

4. **Електронейронне (нейроінтерфейсне) керування**

– Отримання сигналів безпосередньо з нервових волокон або кори головного мозку (електроенцефалографія — ЕЕГ, іноді імплантовані електроди).

– Найвищий рівень інтеграції з користувачем, можливість інтуїтивного керування.

– Складність реалізації, висока вартість, етичні обмеження.

5. **Машинно-зорове керування**

– Використання камер і алгоритмів комп’ютерного зору для виявлення намірів користувача або об’єктів дії.

– Дозволяє реалізувати напівавтоматичні рухи (наприклад, розпізнання предмета для захоплення).

– Потребує енергетичних і обчислювальних ресурсів.

6. **Голосове керування**

– Активація команд через розпізнавання голосу.

– Зручне для користувачів із обмеженою рухливістю.

– Залежить від акустичного середовища, може бути неефективним при шумі.

## Завдання для виконання

1. Ознайомитися з описом і принципом дії кожного альтернативного джерела керування.
2. Побудувати порівняльну таблицю, у якій зазначити:
   - тип джерела керування,
   - фізичний принцип,
   - основні переваги,
   - обмеження,
   - можливі області застосування (верхня/нижня кінцівка, медичні показання).
3. Обрати один тип альтернативного керування (за варіантом або власним вибором) і виконати спрощену структурну схему системи керування протезом.
4. Зробити короткий аналітичний висновок:

– який тип альтернативного керування має найбільший потенціал розвитку;

– як можливо інтегрувати його з біоелектричними системами (гібридні підходи).

5. Зробити презентацію по обраному типу керування та представити її публічно.

## Зміст звіту

1. Назва, мета, короткий теоретичний огляд.
2. Порівняльна таблиця джерел керування.
3. Структурна схема вибраного типу системи керування.
4. Аналітичний висновок (5–7 речень).
5. Список використаних джерел (не менше 3 сучасних).

## Контрольні запитання

1. Які основні відмінності між біоелектричним і нейроінтерфейсним керуванням?
2. У чому перевага оптичних сенсорів порівняно з ЕМГ?
3. Які технічні та етичні проблеми виникають при імплантації нейроелектродів?
4. Як можна комбінувати кілька джерел керування в одному протезі?
5. Які перспективи використання штучного інтелекту у керуванні протезами?