

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «БІОНІЧНІ ПРОТЕЗИ»



Ступінь освіти	бакалавр
Спеціальність	163 Біомедична інженерія
Тривалість викладання:	
нормативний термін навчання	15 чверть
скорочений термін навчання	11ск чверть
Заняття:	
лекції:	2 години/тиждень
практичні заняття:	1 година/тиждень
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»:

Кафедра, що викладає Механічної та біомедичної інженерії



Викладач:

Лінник Олена Вячеславівна

к.т.н, доцент

доцент кафедри МБМІ

Персональна сторінка

https://btpm.nmu.org.ua/ua/pro_kaf/auto/linnyk.php

E-mail:

linnyk.ol.o@nmu.one

1. Анотація до курсу

Курс знайомить здобувачів із сучасними біонічними протезами верхніх і нижніх кінцівок, сенсорними системами, електроміографічними (EMG) інтерфейсами керування та мікропроцесорними алгоритмами. Особлива увага приділяється біомеханіці, збору сигналів, інженерії приводу, моделюванню та методам тестування біомедичних пристроїв.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – сформувати у здобувачів компетентності з проєктування, вибору та валідації біонічних протезів верхніх/нижніх кінцівок і інтерфейсів керування (EMG, IMU, сенсорика, алгоритми), з урахуванням біомеханіки, ергономіки, безпеки, стандартів та клінічного контексту.

Завдання курсу:

- засвоїти принципи конструкції активних і пасивних протезів;
- опанувати технології зчитування EMG/IMU сигналів;
- навчитися реалізовувати алгоритми розпізнавання рухів;
- розробити симуляційний макет біонічного вузла;
- оцінити відповідність стандартам безпеки та ефективності.

3. Результати навчання

ДРН1. Класифікувати біонічні протези та описувати принцип їхньої роботи.

ДРН2. Збирати та обробляти EMG/IMU сигнали для керування пристроями.

ДРН3. Реалізовувати базові алгоритми контролю рухів у MATLAB або Python.

ДРН4. Проєктувати просту систему керування з використанням сенсорів.

ДРН5. Оцінювати біомеханічні параметри та зручність користування.

ДРН6. Документувати інженерні рішення відповідно до стандартів медичних виробів.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ
1. Вступ. Роль біонічних протезів у реабілітації. Класи протезів: пасивні, напівактивні, активні; верхньої, нижньої кінцівки. Клінічні сценарії, рівні ампутацій, функціональні потреби.
2. Біомеханіка ходи та захвату. Кінематичні ланцюги, ступені свободи, метрики функціональності.
3. Архітектура біонічного протеза. Мікроконтролери.
4. Конструктивні рішення: гільзи, підвіски, матеріали, маса, баланс, комфорт.
5. Приводи та трансмісії: електромеханічні, серводвигуни, редуктори; енергоживлення.
6. Біосигнали та сенсорика. EMG/IMU, електроди, датчики, обробка сигналів, витяг ознак, оцінка якості
7. Алгоритми керування: порогове, пропорційне, режимне; стабільність і затримки.

8. Розпізнавання патернів: класифікація жестів, оцінка точності, помилки, перенавчання.
9. Зворотний зв'язок: тактильний, вібро, зоровий.
10.Осеоінтеграція, ергономіка, комфорт.
11. Тестування та валідація біонічних протезів.
12. Стандарти ISO/IEC, етичні вимоги.
13. Захист мініпроєкту «Розробка моделі керування»
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ
1. Кейс-аналіз: підбір концепції протеза під заданий сценарій.
2. Фільтрація та ознаки EMG: порівняння методів, стабільність.
3.IMU та оцінка руху: інтегрування, дрейф, фільтри; визначення фаз ходи.
4. Класифікація жестів: точність, матриця помилок.
5.Симуляція керування сервоприводом: затримка, плавність, стабільність.
6. План валідації та аналіз ризиків (FMEA) для обраного прототипу.

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Технічні засоби навчання:

- мультимедійна система для демонстрації презентацій.

Ліцензійне ПЗ:

- Microsoft Office 365 (Teams, Outlook, OneDrive);

- MATLAB або Python

Інформаційні ресурси:

- дистанційна платформа Moodle - <https://do.nmu.org.ua/>

- електронний репозиторій університету <http://ir.nmu.org.ua/>

- сторінка кафедри на сайті університету <https://btpm.nmu.org.ua/ua/>

6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90–100	відмінно
74–89	добре
60–73	задовільно
0–59	незадовільно

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 6-го кваліфікаційного рівня НРК.

6.2. Здобувачі вищої освіти можуть отримати підсумкову оцінку з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Практична частина фіксується етапами опрацювання кожної практичної роботи (5 балів) та приймається з урахуванням коефіцієнтів k_1 , k_2 :

Практичні роботи			
При своєчасно му виконанні (протягом 2 тижнів) коефіцієнт $k_1=1.0$	При несвоєчасно му виконанні (протягом 4 тижнів) коефіцієнт $k_1=0.8$	При несвоєчасно му виконанні (представлено під час тижня контрольних заходів) коефіцієнт $k_1=0.6$	Якість засвоєння матеріалу коефіцієнт $k_2=3...5$, (або $k_2=0$, коли здобувачем порушено академічну доброчесність)

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Практична частина	Підсумковий міні-проєкт	бонус	Разом
40	30	25	5	100

Практична частина приймається за результатами перевірки звітів з практичних занять.

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі поточних тестів (5 запитань до кожної лекції) та контрольної тестової роботи, яка містить 28 запитань у вигляді простих тестів (1 правильна відповідь).

6.3. Критерії оцінювання теоретичної частини

12 поточних тестів (по 5 тестових завдань до кожної лекції з чотирма варіантами відповідей, 1 вірна відповідь, кількість спроб не обмежена) оцінюються у 1 бал кожен тест за умови всіх правильних відповідей (разом 12 балів).

Підсумковий тест містить 28 тестових запитань за всіма лекційними темами (з чотирма варіантами відповідей, 1 вірна відповідь, тільки 1 спроба) та оцінюється у 1 бал за кожну вірну відповідь (разом 28 балів).

Тестування проводиться на базі дистанційної платформи Moodle.

6.4. Критерії оцінювання підсумкового міні-проєкту. Якість виконання проєкту оцінюється за наступною шкалою:

21-25 балів: завдання виконано студентом самостійно, всі вимоги враховано, код працює коректно та є оптимальним (не містить надлишкових компонентів).

16-20 балів: завдання виконано студентом самостійно або з незначними порадами викладача, код працює коректно, але може містити надлишкові компоненти.

11-15 балів: завдання виконано студентом із суттєвими коригуваннями з боку викладача, код працює, але містить помилки.

6-10 балів: код працює частково.

1-5 балів: формально код створено, але він не працює.

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка" <http://surl.li/alvis>

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту. Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

7.6. Бонуси

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувачам вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365). Заповнення анкет є важливою складовою навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та

врахувати пропозиції здобувачів стосовно покращення змісту навчальної дисципліни.

8 Рекомендовані джерела інформації

1. Салєєва А.Д., Аврунїн О.Г., Литвиненко О.М. та ін. Конструювання та технології виготовлення протезів верхніх кінцівок: навч. посіб. / А.Д. Салєєва, О.Г. Аврунїн, О.М. Литвиненко, О.Г. Скрипка, Л.О. Бєлєвцова, Т.О. Трофименко, О.С. Істоміна, К.Г. Сєлїванова. – Харків: ХНУРЕ, 2023. – 226 с.

2.Протезування та штучні органи: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / І. Ю. Худецький, Ю. В. Антонова-Рафі, Г. В. Мельник, Є. В. Сніцар. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 184 с.

3.Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / С.В. Павлов та ін. – Вінниця: Едельвейс і К, 2019. – 260 с.

4. Jacob Segil. HANDBOOK OF BIOMECHATRONICS. Academic Press is an imprint of Elsevier. 2019, Elsevier Inc., 603 p.

5. Попадюха Ю. А. Сучасні роботизовані комплекси, системи та пристрої у реабілітаційних технологіях: Навч. посіб. / Ю.А.Попадюха.. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 324с.

6.Попадюха Ю.А. Сучасні комп'ютеризовані комплекси та системи у технологіях фізичної реабілітації : Навч. посібник / Ю.А. Попадюха. – К.:Центр учбової літератури, 2018. – 300 с.

7. Standard ISO 8548. Prosthetics and orthotics.
<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/76809/296ea42ecc9642b7b0dddfdbe1727a6f/ISO-8548-2-2020.pdf>