

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ТА СЕНСОРИ
В БІОМЕДИЦИНІ»**



Ступінь освіти	бакалавр
Спеціальність	163 Біомедична інженерія G22 Біомедична інженерія
Тривалість викладання:	
нормативний термін навчання	11,12 чверть
скорочений термін навчання	7,8ск чверті
Заняття:	
лекції:	2 години/тиждень
семінарські 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

Дисципліна формує системне уявлення про метрологічні засади біомедичних вимірювань, структуру вимірювального тракту та принципи роботи вимірювальних перетворювачів і сенсорів електричних та неелектричних величин, що застосовуються в медицині та біології. Розглядаються електроди та електродні системи, тензорезистивні, ємнісні, індуктивні, п'єзоелектричні,

електромагнітні, температурні, оптико-електричні, радіаційні та електрохімічні перетворювачі, а також сучасні тенденції (MEMS, «розумні» сенсори, біосенсори) і вимоги до узгодження первинних перетворювачів із вимірювальними колами.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – сформувати у здобувачів компетентності з вибору, узгодження та застосування вимірювальних перетворювачів і сенсорів у біотехнічних системах з урахуванням метрологічних характеристик та вимог безпеки.

Завдання курсу:

- сформувати розуміння структурної схеми вимірювального тракту та класифікації перетворювачів;
- навчитися визначати статичні та динамічні характеристики вимірювальних перетворювачів;
- опанувати принципи узгодження генераторних і параметричних перетворювачів з вимірювальними колами;
- засвоїти фізичні принципи сенсорів неелектричних величин;
- розуміти вимоги до електродів та електродних систем у біомедичних каналах;
- ознайомитися з сучасними трендами сенсорики (MEMS, інтелектуальні сенсори, біосенсори).

3. Результати навчання

- ДРН1 Пояснювати метрологічні основи біомедичних вимірювань та структуру вимірювального тракту.
- ДРН2 Визначати статичні та динамічні характеристики ВП, оцінювати похибки.
- ДРН3 Виконувати узгодження генераторних і параметричних ВП з вимірювальними колами.
- ДРН4 Обирати типи сенсорів електричних/неелектричних величин для біомедичних задач.
- ДРН5 Здійснювати розрахунки й калібрування, лінеаризацію та компенсацію впливів.
- ДРН6 Оформлювати технічні звіти й інтерпретувати дані з дотриманням вимог безпеки.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ
1. Предмет дисципліни. Основні поняття медико-технічних вимірювань. Невизначеність та похибки. Структурна схема вимірювального тракту. Класифікація вимірювальних перетворювачів

2. Статичні характеристики ВП: чутливість, лінійність, гістерезис, дрейф, шум.
3. Динамічні характеристики ВП. Передаточна функція, частотні властивості, перехідні процеси.
4. Основи загальної теорії ВП. Енергетичні підходи, рівняння Лагранжа (огляд).
5. Узгодження генераторних ВП з вимірювальними колами. Схеми формування сигналів. Узгодження параметричних ВП: мостові/диференційні схеми, підсилення, лінеаризація
6. Вплив з'єднувальних проводів. Екранування, заземлення, вимоги до джерел живлення та безпеки
7. Електроди та електродні системи: матеріали, поляризація, контактні явища, біосумісність (огляд).
8. Механічні пружні перетворювачі: сила/тиск/переміщення. Первинні елементи.
9. Тензорезистивні перетворювачі: принцип, мости Вітстона, температурна компенсація.
10. Ємнісні та індуктивні перетворювачі: схеми збудження, лінеаризація, паразитні параметри.
11. П'єзоелектричні: статичні та динамічні вимірювання, акустичні датчики (огляд).
12. Електромагнітні ВП.
13. Перетворювачі температури: терморезистори, термопари, напівпровідникові датчики.
14. Оптико-електричні перетворювачі: фотодіоди/фототранзистори, оптопари, оптичні біосенсиори (огляд).
15. Перетворювачі іонізуючого випромінювання
16. Електрохімічні ВП (рН, газу).
17. Сучасні тенденції: MEMS, «розумні» сенсори, біосенсиори; інтеграція у медичні інформаційні системи.
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ
1. Розрахунок статичних характеристик: чутливість, похибка, калібрувальна крива. Аналіз динамічних характеристик: час встановлення, АЧХ, фільтрація шумів.
2. Узгодження генераторних ВП: навантаження, підсилення, масштабування сигналу.
3. Узгодження параметричних ВП: мостові схеми, компенсація впливу проводів.
4. Лінеаризація індуктивного перетворювача переміщень (модель/дані).
5. КР №1 Метрологія, характеристики, узгодження.

6. Розрахунок схем резистивних перетворювачів: тензорезистори, терморезистори: міст Вітстона, температурна компенсація, похибки. Датчики температури: апроксимація та калібрування (напівпровідникові).
7. Ємнісні сенсори: плоский і циліндричний конденсатори (розрахунок). П'єзодатчики: обробка сигналу при динамічних навантаженнях
8. Оптичний канал: оцінка чутливості PPG, рухові артефакти
9. КР №2 Сенсори електричних і неелектричних величин

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

- Персональний комп'ютер або ноутбук;
- Мультимедійна система для демонстрації презентацій;
- Активованій акаунт університетської пошти (student.i.p@nmu.one), MS Teams, MS Power Point на Microsoft Office 365.
- Платформа MS Windows.

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 **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	бонус	Разом
60	35	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

15 поточних тестів (по 5 тестових завдань до кожної лекції з чотирма варіантами відповідей, 1 вірна відповідь, кількість спроб не обмежена) оцінюються у 2 бали кожен тест за умови всіх правильних відповідей (разом 30 балів).

Підсумковий тест містить 30 тестових запитань за всіма лекційними темами (з чотирма варіантами відповідей, 1 вірна відповідь, тільки 1 спроба) та оцінюється у 1 бал за кожен вірну відповідь (разом 30 балів).

Тестування проводиться на базі дистанційної платформи Moodle.

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 (вигадкування 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 . Засоби та методи вимірювань неелектричних величин : підручник / Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, Б. І. Стадник, О. О. та ін. Івахів ; за ред. Є. С. Поліщука ; МОН України. Ін-т інновац. технологій і змісту освіти. – Львів : Бескид Біт, 2008. – 618 с

2. Сенсори і актуатори : навч. посіб. для закладів вищої освіти / О. М. Бітченко, О. І. Цопа, І. О. Шевцов, М. І. Болдиш ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків : ХНУРЕ, 2020. – 291 с.

3. Вимірювальні перетворювачі (сенсори) : підруч. / В. М. Ванько, Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук ; за ред. Є. С. Поліщука та В. М. Ванька ; Мін-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львівська політехніка". – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2015. – 584 с.

4. Методичні вказівки до самостійної роботи та практичних робіт (електронні версії).