

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана
Франка Факультет електроніки та комп'ютерних
технологій
Кафедра фізичної та біомедичної електроніки

Затверджено

На засіданні кафедри фізичної та біомедичної
електроніки
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 28 серпня 2024 р.)

Завідувач кафедри

 Олег БОРДУН

Силабус з навчальної дисципліни
«ЕЛЕКТРОННІ ЗАСОБИ МЕДИЧНОГО
МОНІТОРИНГУ»,
що викладається в межах ОП «Електроніка та комп'ютерні
системи» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для
здобувачів з спеціальності
171 Електроніка

Назва дисципліни	Електронні засоби медичного моніторингу
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. Драгоманова, 50
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра фізичної та біомедичної електроніки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації, 171 Електроніка
Викладачі дисципліни	Бігдай Володимир Гаррійович, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри фізичної та біомедичної електроніки
Контактна інформація викладачів	volodymyr.bihdai@lnu.edu.ua, https://electronics.lnu.edu.ua/employee/bihday-volodymyr-harriyovych/
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації за попередньою домовленістю в день проведення лекційних занять або в інший час. Формат: за побажанням студента (текстовий, аудіо, відео, очний). Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або в месенджер.
Сторінка дисципліни	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3AJjotPDPK8uG_bAS4cRSwFt-gwOKQBdePZTQrRXGxBJY1%40thread.tacv2/conversations?groupId=75a7b510-1e69-432b-817f-cc2b2c7b3fd5&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Електронні засоби медичного моніторингу» є вибірковою дисципліною з спеціальності 171 Електроніка для освітньої програми «Електроніка та комп'ютерні системи», яка викладається в 8-му семестрі в обсязі 5,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс «Електронні засоби медичного моніторингу» є вибірковою дисципліною та складається з наступних розділів: біомедичні сенсори та датчики, системи моніторингу (серцево-судинної діяльності, дихальної функції, артеріального тиску, гемодинаміки, рівня глюкози в крові та ін.), переносні та імплантовані медичні моніторингові системи.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Електронні засоби медичного моніторингу» є набуття теоретичних знань та практичних навичок з принципів роботи електронних засобів медичного моніторингу у сучасній медицині. Цілями курсу є ознайомлення студентів з принципами роботи та функціями сучасних моніторингових пристроїв у медицині, вивчення принципів роботи біомедичних сенсорів та датчиків, а також ознайомлення з переносними та імплантованими моніторинговими системами.

<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p style="text-align: center;">Основна література</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rivas H., Wac K. Digital Health: Scaling Healthcare to the World. – Springer Nature, 2018 – 383 p. 2. Christe B. Introduction to Biomedical Instrumentation: The Technology of Patient Care. – Cambridge University Press, 2017 – 244 p. 3. Davidovits P. Physics in Biology and Medicine. – Academic Press, 2018 – 376 p. <p style="text-align: center;">Додаткова література</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Hartman K. Make: Wearable Electronics: Design, prototype, and wear your own interactive garments. – Make Community, LLC, 2025. – 297p. 5. Kwo L. Digital MD: Revolutionizing the Future of Healthcare. – Advantage Media Group, 2024. – 204 p. 6. Paret D., Crego P., Solere P. Smart Patches: Biosensors, Graphene, and Intra-Body Communications. – Wiley-ISTE, 2023. – 384 p. 7. Keat W., Balmer R. Exploring Engineering: An Introduction to Engineering and Design. – Academic Press, 2024. – 696 p. 8. Yock P., Zenios S., Makower J. Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies. – Cambridge University Press, 2015. – 952 p. 9. Smith J., Wirth A., Gates C. Medical Device Cybersecurity for Engineers and Manufacturers. – Artech, 2024. – 410 p.
<p>Обсяг курсу</p>	<p>165 годин занять. З них 48 годин лекцій, 48 годин лабораторних робіт та 69 годин самостійної роботи.</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p>Знати</p> <ul style="list-style-type: none"> - основи електронних засобів медичного моніторингу; - принципи роботи біомедичних сенсорів та датчиків; - види та характеристики переносних і імплантованих моніторингових систем. <p>Вміти</p> <ul style="list-style-type: none"> - аналізувати застосування електронних засобів медичного моніторингу; - описувати принципи роботи біомедичних сенсорів та датчиків.
<p>Ключові слова</p>	<p>Цифрова медицина, діагностичні прилади, роботизовані системи, системи машинного навчання, цифрові двійники.</p>
<p>Формат курсу</p>	<p>Очний</p>
<p>Теми</p>	<p>Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем.</p>
<p>Темати</p>	<p>Див. СХЕМА КУРСУ</p>
<p>Підсумковий контроль, форма</p>	<p>Залік.</p>
<p>Пререквізити</p>	<p>Для вивчення дисципліни необхідні знання з: фізичних основ електроніки, архітектури комп'ютерів, програмування, метрології, аналогової та цифрової схемотехніки, мікроконтролерів, цифрової обробки сигналів, конструювання програмного забезпечення, мереж та інтерфейсів.</p>
<p>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</p>	<p>Презентації, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусії.</p>
<p>Необхідне обладнання</p>	<p>Проектор, платформа Moodle, платформа MS Teams, програмне забезпечення, навчальний комп'ютерний клас.</p>

<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою.</p> <p>Бали нараховуються за такими видами робіт із наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: 10% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10. • Домашнє завдання: 10% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10. • Виконання лабораторних робіт: 30% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 30. • Змістовий модуль 2: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50. <p>Загалом упродовж семестру 100 балів.</p> <p>Оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <p>5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;</p> <p>4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками);</p> <p>3 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує неточно, або з помірними недоліками;</p> <p>2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми функціонує з суттєвими недоліками;</p> <p>1 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, код програми не функціонує належним чином;</p> <p>0 – студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.</p>
	<p>Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані під час семестру, виконанні самостійної роботи та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування</p>

	мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.
Питання до контрольних робіт	Перелік питань та завдань для проведення контрольних робіт розміщені на веб-сторінці.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота)	Термін виконання
1	Вступ до електронних засобів медичного моніторингу. Історія розвитку медичних моніторингових систем. Основні вимоги до медичних електронних приладів. Основи біомедичних сигналів і їх реєстрації	Лекція	1, 2, 5	Вступ. Інструктаж з техніки безпеки. Основні вимоги до виконання лабораторних робіт.	1-й тиж. семестру
2	Основи біомедичних сенсорів та датчиків. Принципи роботи біомедичних датчиків.	Лекція	1, 2, 3, 4, 6	Power Consumption. Аналіз споживання енергії біомедичними датчиками.	2-й тиж. семестру
3	Основи біомедичних сенсорів та датчиків. Фізіологічні параметри, що підлягають моніторингу (ЕКГ, ЧСС, SpO ₂ , температура, артеріальний тиск). Технології wearable медичних пристроїв	Лекція	1, 2, 4, 6, 7	Area Calculator. Аналіз розміру компонентів та друкованих плат біомедичних датчиків.	3-й тиж. семестру
4	Системи моніторингу серцево-судинної діяльності. ЕКГ: принципи реєстрації сигналів. Холтерівський моніторинг ЕКГ. Аналіз серцевого ритму та детекція аритмій. Впровадження технологій штучного інтелекту для аналізу ЕКГ	Лекція	1, 2, 4, 6, 7	Wake-up Circuit. Аналіз схемотехнічного рішення для активації біомедичного датчика.	4-й тиж. семестру
5	Системи моніторингу дихальної функції. Спірометрія та її застосування у медичній діагностиці. Капнографія: моніторинг вуглекислого газу. Пульсоксиметрія: оцінка насичення крові киснем (SpO ₂).	Лекція	1, 2, 4, 6, 7	Noise Floor. Аналіз шумів біомедичного датчика.	5-й тиж. семестру

6	Нейрофізіологічний моніторинг. Електроенцефалографія (ЕЕГ) та принципи її роботи. Виявлення епілепсії за допомогою ЕЕГ. Електроміографія (ЕМГ) – аналіз активності м'язів.	Лекція	1, 2, 4, 6, 7	ECG SNR. Аналіз співвідношення сигнал-шум для сигналу ЕКГ.	6-й тиж. семестру
7	Моніторинг артеріального тиску та гемодинаміки. Непрямі та прямі методи вимірювання артеріального тиску. Амбулаторний моніторинг артеріального тиску (АВРМ). Моніторинг серцевого викиду та периферичного судинного опору. Використання лазерної доплерографії для оцінки кровообігу	Лекція	1, 2, 4, 6, 7	CGM AFE. Аналіз вимірювального каналу датчика вимірювання глюкози.	7-й тиж. семестру
8	Системи моніторингу рівня глюкози в крові. Традиційні методи вимірювання рівня глюкози. Безперервний моніторинг глюкози (CGM). Оптичні та неінвазивні методи моніторингу глюкози. Використання штучного інтелекту у прогнозуванні рівня глюкози	Лекція	1, 2, 4, 6, 7	ECG AFE. Аналіз вимірювального каналу датчика вимірювання ЕКГ.	8-й тиж. семестру
9	Моніторинг температури тіла та терморегуляція. Види температурних датчиків у медицині. Цифрові термометри та термографія	Лекція	1, 2, 4, 6, 7	Аналіз стандартів та нормативів у цифровій медицині. Ознайомлення зі стандартами HL7, DICOM, FHIR. Аналіз форматів зберігання медичних зображень. Практика роботи з медичними даними в електронних системах.	9-й тиж. семестру
10	Інтернет речей (IoT) у медичному моніторингу. Концепція IoT у медицині. Підключені медичні пристрої та їх інтеграція у клінічні системи. Віддалений моніторинг пацієнтів та мобільні додатки. Захист даних у системах IoT-медицини	Лекція	1, 2, 4	Вимірювання життєвих показників за допомогою датчиків. Робота з датчиками температури, пульсу, SpO2. Запис та аналіз сигналів за допомогою мікроконтролерів. Побудова графіків зміни показників у часі	10-й тиж. семестру
11	Моніторинг стану пацієнта в палатах, реанімації та операційних. Основні параметри моніторингу в	Лекція	1, 2, 4	Аналіз роботи діагностичних приладів. Ознайомлення з принципами роботи	11-й тиж. семестру

	реанімаційних відділеннях. Монітори життєвих функцій та їх інтеграція. Технології прогнозування критичних станів			УЗД, КТ, МРТ. Аналіз зображень з томографії	
12	Переносні та імплантовані медичні моніторингові системи. Wearable електронні пристрої для моніторингу здоров'я. Імплантовані кардіостимулятори та дефібрилятори. Біосенсори нового покоління	Лекція	1, 2, 4, 9	Електрокардіографія та аналіз серцевого ритму. Реєстрація ЕКГ-сигналів. Аналіз серцевого ритму та виявлення аритмії. Використання MATLAB/Python для обробки сигналів	12-й тиж. семестру
13	Типові підходи і рішення які використовуються для проектування приладів Digital Health	Лекція	4, 7	Розпізнавання патологій за допомогою нейронних мереж. Використання Python (TensorFlow, Keras) для аналізу медичних зображень. Розпізнавання ракових утворень на знімках рентгену. Побудова моделі глибокого навчання та її тестування.	13-й тиж. семестру
14	Проблеми безпеки та стандартизації у медичному моніторингу. Захист персональних даних у моніторингових системах. Стандарти ISO, IEC та FDA у біомедичних системах. Надійність та сертифікація електронних медичних пристроїв	Лекція	1, 2, 5	Моделювання фізіологічних процесів. Створення цифрового двійника серця або легенів. Аналіз змін у фізіологічних процесах за допомогою моделювання. Використання MATLAB або Simulink для побудови моделей	14-й тиж. семестру
15	Цифрові двійники в медицині (Digital Twin). Поняття цифрового двійника організму. Використання Digital Twin для персоналізованого лікування. Біомеханічне моделювання та симуляція. Приклади застосування у кардіології, онкології, хірургії.	Лекція	1, 5	Робота з електронними медичними картками (EHR). Ознайомлення з принципами роботи EHR-систем. Реєстрація пацієнтів та ведення медичних записів. Робота із захистом даних пацієнтів	15-й тиж. семестру
16	Процес створення інновацій в біомедичній електроніці. Перспективи розвитку електронних медичних моніторингових систем	Лекція	8	Підсумкове заняття.	16-й тиж. семестру