Вінницький національний технічний університет
Кафедра біомедичної інженерії та оптико-електронних систем
Факультет інформаційних електронних систем

СИСТЕМИ ОБРОБКИ БІОМЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

вибірковий освітній компонент (освітній компонент 2)
І (бакалаврський) рівень вищої освіти
2023–2024 навч. рік

Освітня програма **Біомедична інженерія**
Спеціальність **163 Біомедична інженерія**

Викладач: **Павлов С. В.**, д. т. н., професор
Мови викладання: **українська**
Семестр – **4**
Кредитів ЄКТС – **5**
Лекцій – **36 год.**
Практичних – **27 год.**
Самостійна робота – **87 год.**
Вид контролю – **диф. залік**

Передумови для вивчення: Необхідними передумовами вивчення навчальної дисципліни «Системи обробки біомедичної інформації» є результати навчання, отримані при вивченні обов'язкових дисциплін «Фізика» або «Загальна фізика»; «Інформатика» або «Алгоритмічні мови і програмування».

Мета курсу полягає у тому, щоб ознайомити здобувачів освіти з методами аналізу функціональних можливостей та характеристик апаратних засобів в біомедичних дослідженнях, розуміти сучасні підходи до реєстрації біомедичних сигналів та зображень, проводити їх аналіз та обробку з врахуванням переваг, недоліків та обмежень у застосуванні та можливості модифікації та адаптації до конкретних задач практичної діяльності.

Компетентності

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузях біомедичної інженерії та електроніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування методів та систем обробки біомедичної інформації.

Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем

Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.

Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем

Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг

Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами

Здатність застосовувати принципи побудови сучасних автоматизованих систем управління виробництвом медичних приладів, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення.

Результати навчання

1. Знати класифікацію і фізичну природу біомедичних сигналів; методи їх попередньої обробки.

2. Застосовувати загальні принципи та методи оброки детермінованих та випадкових біомедичних сигналів.

3. Знати і використовувати принципи цифрового представлення біомедичних сигналів. структуру систем та алгоритмів обробки біомедичної інформації; методи математичного аналізу біомедичних сигналів.

4. Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

5. Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки при проектуванні та конструюванні біомедичної апаратури.

Тематика курсу

Змістовий модуль 1. Біомедичні сигнали та їх попередня обробка..

Тема 1. Основні характеристики біомедичних сигналів.

Природа біомедичних сигналів. Класифікація біомедичних сигналів, їх характеристики. Технічні і біологічні артефакти.

Тема 2. Електричні біомедичні сигнали.

Електроміографія (ЕМГ). Джерело та способи отримання електрокардіограм (ЕКГ). Моделі електрокардіогафічних сигналів (ЕКГ). Джерело та способи отримання електроенцефалограм (ЕЕГ). Моделі електроенцефалографічних сигналів (ЕЕГ). Характеристики артефактів в ЕЕГ, методи зменшення. Інші

електричні сигнали отримувані в біомедичних застосунках.

Тема 3. Біомедичні сигнали отримувані перетворенням фізичних величин.

Реометрія. Вимірювання пульсу та рівня оксигінації крові, фотоплетизмография. Оптична біометрія, рефрактометрія, офтальмоскопія. Звукові біомедичні сигнали та аудіометрія.

Тема 4. Способи отримання та властивості біомедичних зображень.

Сонографія. Рентгенографія. Принципи комп'ютерної томографії. Математичні аспекти реконструкції зображень. Якість зображень. Гістограма яскравості зображень. Моделі шуму на зображеннях, оцінки параметрів шуму. Стандарт DICOM збереження зображень. Обробка та візуалізація даних.

Змістовий модуль 2. **Цифрове представлення біомедичних сигналів.**

Тема 5. Цифрові фільтри, кореляційний та вейвлет аналіз біомедичних сигналів.

Лінійні цифрові фільтри: класифікація, основні властивості. Згладжування і частотна селекція біосигналів. Диференціювання та інтегрування біосигналів. Усереднення біосигналів по ансамблю реалізацій. Фільтрація біосигналів у частотній області. Нелінійна фільтрація біосигналів: медіанний, гібридний і міріадний фільтри. Оптимальна фільтрація біосигналів: фільтр Вінера, узгоджений фільтр. Адаптивна фільтрація: основні адаптивні структури, алгоритми адаптації. Основи вейвлет-перетворення сигналів: базисні функції, основні властивості. Вейвлет-аналіз біомедичних сигналів. Кореляційні функції біосигналів, їх властивості, алгоритми обчислення, дисперсія оцінок, інтервал кореляції.

Тема 6. Обробка біомедичних сигналів в часовій та частотній областях. Класифікація методів аналізу біосигналів. Аналіз біосигналів в часовій області. Непараметричні методи спектрального аналізу, періодограма. Властивості оцінок спектральної щільності, віконні функції. Параметричні моделі біосигналів. Параметричні методи спектрального аналізу біосигналів. Інші методи спектрального аналізу спектра. Застосування спектрального аналізу біомедичних сигналів. Спектральний аналіз ЕЕГ. Сегментація ЕЕГ. Спільний часово-частотний аналіз ЕЕГ.

Тема 7. Прикладні задачі обробки біомедичних сигналів

Компенсація дрейфу базової лінії електрокардіограм (ЕКГ). Усунення впливу перешкод мережі живлення. Виявлення QRS-комплексів: методи з використанням похідної і шаблону. Алгоритм Пана-Томпкінса. Виявлення Р і Т хвиль.

Тема 8. Обробка та аналіз біомедичних зображень.

Перетворення гістограм та контрастування зображень. Основні поняття морфології і морфологічні оператори. Просторові та частотні фільтри згладжування та підвищення різкості зображень. Зменшення шуму методами просторової

фільтрації: фільтри усереднення, порядкової статистики, адаптивні. Геометричні перетворення зображень. Сегментація зображень. Алгоритми виділення контурів на зображенні. Формати збереження медичних зображень.

Теми практичних занять

1. Вступ. Техніка безпеки. Способи отримання та обробки електрокардіограм.
2. Обробка інформації при вимірюванні артеріального тиску та пульсу.
3. Оптична біометрія. Фотоплетизмографія.
4. Обробка звукових біомедичних сигналів.
5. Електроенцефалографія. Аналіз та інтерпретація ЕЕГ.
6. Спектральний аналіз та цифрова обробка біомедичних сигналів.
7. Автоматизовані системи електрохімічного аналізу крові та сечі.
8. Математична обробка біомедичних зображень. Методи обробки УЗ-зображень.
9. Ознайомлення з роботою MATLAB.
10. Аналого-цифрове перетворення біомедичних сигналів у середовищі MATLAB.
11. Дискретне перетворення біомедичних сигналів у середовищі MATLAB.
12. Визначення типу біомедичних сигналів їх характеристик. Визначення типу розподілу випадкових біомедичних сигналів.
13. Розкладання сигналів в тригонометричній та експоненціальний ряд Фур'є. Визначення параметрів аналого-цифрового перетворення сигналів.
14. Способи компресії даних, що використовуються у медичній практиці.

Індивідуальні завдання

Під час вивчення дисципліни здобувачі освіти за індивідуальними темами готують доповіді, презентації, виконують індивідуальні домашні завдання, реферати. Крім того, за рішенням кафедри та за узгодженням з науковим керівником здобувачі освіти можуть виконувати дослідні завдання, готувати доповіді на міжнародні науково-технічні конференції, інші публікації.

Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, підготовка рефератів, доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на науково-технічні конференції ВНТУ.

Форми контролю:

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань здобувачів освіти під час лекційного та практичного заняття, тестування, колоквіумів, захисту практичних робіт.

Підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом складання диф. заліку за темами, що охоплюють весь курс дисципліни.

Оцінювання результатів навчання

Модуль	Колоквіум	Практичні заняття	СР	Контрольна робота / тест	Разом
I	10	21	9	10	100
II	10	21	9	10	
За семестр	20	42	18	20	

Шкала підсумкового оцінювання в балах та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90 – 100	**A**
82 – 89	**B**
75 – 81	**C**
64 – 74	**D**
60 – 63	**E**
35 – 59	**FX** незадовільно з можливістю повторного складання
0 – 34	**F** незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Політика курсу

Викладач, здобувачі освіти та всі учасники освітнього процесу з дисципліни зобов'язані дотримуватися морально-етичних норм і правил, які викладені у Кодексі етики ВНТУ, Положенні про академічну доброчесність у ВНТУ, Положенні про рейтингову систему оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти у Вінницькому національному технічному університеті і розуміють, що за порушення викладених у положеннях принципів учасники освітнього процесу несуть повну особисту відповідальність.

Базові інформаційні ресурси

1. Реєстрація, обробка та контроль біомедичних сигналів : навч. посіб. / В.Г. Абакумов, З.Ю. Готра, С.М. Злепко, С.В. Павлов, В.Б. Василенко, О.І. Рибін; МОНМС України, Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця, 2011. - 351 с.

2. Лазерні медичні технології : навчальний посібник / [Готра З. Ю. , Павлов С. В., Микитюк З. М. та ін.] – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 158 с.

3. Основи біомедичного радіоелектронного апаратобудування: навчальний посібник / Злепко С.М., Павлов С.В., Коваль Л.Г. та ін. – Вінниця: ВНТУ. – 2011.

4. Мікроелектронні сенсори фізичних величин. В трьох томах / За ред. Готри З. - Львів: Вид. Ліга-Прес. Том 1– 2002, Том 2 – 2003, Том 3 – 2006.

5. Завадостійкі сигнальні перетворювачі оптичних сенсорних пристроїв: монографія / Вісьтак М., Голяка Р., Микитюк З. - Львів: Ліга-Прес, –2015.

6. Wójcik, W., Pavlov, S., Kalimoldayev, M. (2019). Information Technology in Medical Diagnostics II. London: Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book. – 336 Pages, https://doi.org/10.1201/ 9780429057618. eBook ISBN 9780429057618.

7. Pavlov S. V. Information Technology in Medical Diagnostics //Waldemar Wójcik, Andrzej Smolarz, July 11, 2017 by CRC Press - 210 Pages. https://doi.org/10.1201/9781315098050. eBook ISBN 9781315098050.

8. Мікроелектронні сигнальні перетворювачі теплових сенсорів потоку: монографія / З.Ю.Готра, С.В.Павлов, Р.Л.Голяка та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2012.

9. Biological and Medical Sensor Technologies CRC Press / Published March 29, 2017, Reference - 412 Pages - 186 B/W Illustrations ISBN 9781138073210 - CAT# K33884