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

ЛАЗЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ

вибірковий освітній компонент (освітній компонент 6)
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
2023–2024 навч. рік

Спеціальність **163 Біомедична інженерія**
Освітня програма **«Біомедична інженерія»**

Викладач: **Павлов С. В.**, д. т. н., професор
Мови викладання: **українська**
Семестр – **6**
Кредитів ЄКТС – **5**
Лекцій – **36 год.**
Практичних занять – **18 год.**
Самостійна робота – **96 год.**
Вид контролю – **диф. залік**

Дисципліна «**Лазерні технології в медицині**» базується на знаннях з основ електроніки та компетентностях, набутих студентами при вивченні дисциплін «Фізика» або «Загальна фізика».

Мета курсу – сформувати у здобувачів освіти фундаментальні та прикладні знання в області розповсюдження лазерного випромінювання в біотканинах, побудови лазерних медичних систем, а також проведення з використання лазерних технологій медичної діагностики, хірургії та терапії (біостимуляці] низькоенергетичним лазерним випромінюванням).

Спеціальні компетентності (фахові)

Здатність розробляти технічні завдання на створення, а також моделювати, оцінювати, проектувати та конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології в напрямку створення лазерних медичних систем та приладів.

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 теорій та методів конструювання лазерної БМА.

Загальні компетентності, які поглиблюються в ході вивчення дисципліни

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням.

Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.

Результати навчання

1. Проектувати, конструювати, вдосконалювати та застосовувати медико-технічні та біоінженерні вироби, прилади, апарати і системи з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію

2. Відтворювати процеси в джерелах живлення для елементів лазерної та фотонної БМА при їх моделюванні на персональному комп'ютері.

3. Розробляти, планувати, виконувати та обґрунтовувати інноваційні проекти біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення з урахуванням інженерних, медичних, правових, економічних, екологічних та соціальних аспектів, здійснювати їх інформаційне та методичне забезпечення

4. Розв'язувати задачі синтезу та аналізу при проектуванні та конструюванні лазерної та фотонної БМА;

5. Конструювати вироби та компоненти лазерної БМА на основі мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування;

6. Знаходити варіанти підвищення надійності працездатності лазерної та фотонної БМА.

7. Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки при проектуванні та конструюванні лазерної та фотонної БМА.

8. Координувати роботу колективів виконавців для проведення наукових досліджень, проєктування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування лазерної та фотонної БМА;

9. Досліджувати і розробляти компоненти лазерної та фотонної БМА різноманітного призначення. Створювати нові зразки біомедичної апаратури

ТЕМАТИКА КУРСУ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Властивості лазерного випромінювання. Основні принципи розповсюдження лазерного випромінювання в неоднорідному середовищі. Типи лазерних та фотонних систем в біомедицині.

Тема 1. Вступ.

Сучасний розвиток лазерних технологій та впровадження їх в медичну практику. Мета та задачі курсу. Сучасні наукові школи в напрямку лазерних медичних технологій.

Тема 2. Використання лазера в біології та медицині як інструмента дослідження.

Основні характеристики лазерного випромінювання. Властивості лазерного випромінювання Принципи розповсюдження світла в неоднорідному середовищу.

Тема 3. Типи лазерів, що використовуються в медичні практиці

Класифікація. Лазер на алюмо–ітрієвому гранаті. Лазер на іонах аргону і криптону. Гелій–неоновий лазер. CO_2–лазер. Імпульсні твердотільні лазери. Напівпровідникові лазери.

Тема 4. Характеристика механізмів взаємодії лазерного та оптичного випромінювання

Особливості взаємодії лазерного випромінювання з біологічними системами. Властивості випромінювання й особливості його взаємодії з біологічними системами. Принципи лазерної діагностики. Розповсюдження світла в багатошарових тканинах. Біофізичний механізм дії лазерного випромінювання на тканину.

Тема 5. Теплові впливи лазерного та фотонного випромінювання.

Вплив лазерного випромінювання. Реакція біотканини на температуру. “Теплові” та “нетеплові” впливи на тканину. Нелінійні процеси

Тема 6. Біологічні ефекти, які виникають у тканині під впливом лазерного та фотонного випромінювання.

Гіпотеза прямої дії НІЛВ на організм через резонансне поглинання на молекулярному рівні. Гіпотеза поляризаційно-неселективного ефекту НІЛВ на клітинні мембрани.

Тема 7. Технічні особливості медичних лазерів.
Схема базового апарату. Лазерний випромінювач. Регулювання дози випромінювання. Принципи використання Nd:YAG–лазерів в медичній практиці. Можливості використання Nd:YAG–лазерів. Основні використання Nd:YAG–лазерів з різними аплікаторами.

Тема 8. Використання світловодів в медичних лазерах.
Особливості застосування світловодів в медичних лазерних системах. Втрати на вигонах. Межи потужності для волокна із кварцового скла. Механічна міцність волокна із кварцового скла.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Оптичні кінцевими світловодів в медичних лазерах. Медичні принципи використання лазерів та світлодіодів

Тема 9. Оптичні кінцевики світловодів в медичних лазерах.
Аплікатори з розходимістю лазерного променю. Ендоскопічні світловоди з газовою продувкою. Аплікатори із фокусуванням. Фокусуючи кінцевими. Контактні аплікатори. Використання гнучких світловодів в повітряному середовищі.

Тема 10. Визначення гемодинамічних показників на основі лазерної доплерографії
Визначення гемодинамічних показників. Фізичний принцип лазерної доплерографії. Основні переваги при дослідженні руху крові в серцево- судинній системі.

Тема 11. Медичні принципи використання лазерів та світлодіодів
Безконтактні використання. Сфокусований та дефокусований промінь. Контактний метод.

Тема 12. Застосування лазерного випромінювання в різних областях: моделі опромінення, дослідження, гіпотези
Лазеропунктура, дія лазерного випромінювання на кров, молекулярний механізм дії НІЛВ видимого спектрального діапазону.

Тема 13. Області використання лазерних та фотонних систем
Використання лазерів на поверхні тіла. Лікування захворювань поверхневих судин.

Тема 14. Використання лазерних систем в офтальмології. Використання лазера в отоларингології, гастроентерології та судинних патологіях.

Фото- та лазерна коагуляція при лікуванні очних хвороб. Основні анатомічні та технічні основи. Поглинання електромагнітного випромінювання в світлозаломлюючому середовищу очного яблука. Технічне забезпечення лазерного лікування очних хвороб.. Ендофотокоагуляція. Лазерна терапія при глаукомі. Лазерна іридотомія. Основні методологічні принципи застосування лазерних систем. Лазерна терапія судинних патологій. Основні методологічні принципи. Ретроспектива та перспектива. Вплив дії світлового променю при дерматологічних захворюваннях.

Тема 15. Використання лазерів та світлодіодів в біології та медицині як інструмента дослідження

Використання лазера для проведення експрес-аналізу елементного складу. Використання лазерів у спектроскопії розсіяного світла. використання лазера для аналізу дисперсних середовищ. Нефелометрія та турбідиметрія.

Тема 16. Основні медико-технічні вимоги до медичних лазерних та фотонних систем.

Медичний стандарт США. Стандарти та Державні стандарти щодо використання лазерних систем в медичній практиці. ГОСТ 6320 “Санітарні норми та правила побудови та експлуатації лазерів.”

Теми практичних робіт

1. Дослідження ефективності використання різних типів лазерів у медичній практиці.
2. Аналіз периферійних пристроїв лазерної медицини та методів доставки світла до уражених ділянок організму.
3. Дослідження особливостей спектрального розподілу біологічних об’єктів.
4. Аналіз оптичних методів мікроциркуляції периферичних судин серцево-судинної системи.
5. Дослідження лазерних методів визначення рівня насиченості крові киснем.
6. Аналіз особливостей розповсюдження лазерного випромінювання у м’яких та твердих біотканинах, Ч.1
7. Аналіз особливостей розповсюдження лазерного випромінювання у м’яких та твердих біотканинах. Ч.2.
8. Аналіз оптичних методів мікроциркуляції у кісткових тканинах кінцівок людини

9. Дослідження впливу поляризаційних ефектів при розповсюдженні лазерного випромінювання у рідинних середовищах.

10. Комп'ютерне моделювання процесів розповсюдження лазерного випромінювання у біотканинах.

Індивідуальні завдання

Під час вивчення дисципліни здобувачі освіти за індивідуальними темами готують до-повіді, 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, що проводяться у ВНТУ.

Форми контролю

Поточний контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час лекційного заняття, практичних робіт, контрольних робіт, колоквіумів, тестування. Підсумковий контроль - диференційований залік за всіма темами курсу.

Оцінювання результатів навчання

Розподіл балів за видами робіт

Модуль	Колоквіум	Практичні заняття	Виконання завдань з СР	Контрольна робота / тест	Всього
I	10	20	10	10	50
II	10	20	10	10	50
За семестр	20	40	20	20	100

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. Лазерні медичні технології : навчальний посібник / [Готра З. Ю., Павлов С. В., Микитюк З. М. та ін.] – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 158 с.
2. Основи біомедичного радіоелектронного апаратобудування: навчальний посібник / Злепко С.М., Павлов С.В., Коваль Л.Г. та ін. – Вінниця: ВНТУ. – 2011.
3. Тимчик Г.С. Лазерні технології. Конспект лекцій Навчальний посібник. – Київ, НТТУ «КПІ ім. І. Сикорського, 2022. – 276 с.
4. Тимчик Г. С. Сорока С. О. Філіппова М. Лазерні технології. Лабораторний практикум. - Київ, НТТУ «КПІ ім. І. Сикорського, 2022. – 86 с.
5. Kukharchuk, Vasyl V., Sergii V. Pavlov, Volodymyr S. Holodiuk, Valery E. Kryvonosov, Krzysztof Skorupski, Assel Mussabekova, and Gaini Karnakova. 2022. "Information Conversion in Measuring Channels with Optoelectronic Sensors" *Sensors* 22, no. 1: 271.
6. Мікроелектронні сенсори фізичних величин. В трьох томах / За ред. Готри З. - Львів: Вид. Ліга-Прес. Том 1– 2002, Том 2 – 2003, Том 3 – 2006.
7. Завадостійкі сигнальні перетворювачі оптичних сенсорних пристроїв: монографія / Вісьтак М., Голяка Р., Микитюк З. - Львів: Ліга-Прес, –2015.
8. 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.
9. 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.
10. Справочник по инфракрасной технике/Ред. У.Вольф, Г. Цицис. В 4-х тт. Т.1 Физика ИК-излучения: пер. с англ. – М.: Мир, 1995 . – 606 с.
11. Прикладная лазерная медицина // Х. Бермена, Г. Мюллера. - М.: Интерэкспер, 1997.
12. Мікроелектронні сигнальні перетворювачі теплових сенсорів потоку: монографія / З.Ю.Готра, С.В.Павлов, Р.Л.Голяка та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2012.
13. Biological and Medical Sensor Technologies CRC Press / Published March 29, 2017, Reference - 412 Pages - 186 B/W Illustrations ISBN 9781138073210 - CAT# K33884

14. Бобицький, Ярослав Васильович. Лазерні технології : навчальний посібник / Я.В. Бобицький, Г.Л. Матвіїшин ; МОН України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015- ч. : іл. (деякі кол.), табл..

15. Тимчик, Г. С. Технологія оптичного виробництва [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів ВНЗ / Г. С. Тимчик, М. В. Філіппова, М. О. Маркін ; НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». – Електронні текстові данні (1 файл: 2,97 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2016. – 168 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/18345/1/POSIBNYK_v2.0.0.pdf