

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ



ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова приймальної комісії

Микола МИТНИК

« 06 »

2026 р

ПРОГРАМА

вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність G22 Біомедична інженерія

Освітньо-наукова програма Біомедична інженерія

ТЕРНОПІЛЬ – 2026

ЗМІСТ

I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	2
II. ЗМІСТ ПРОГРАМИ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ G22 «БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»	2
III. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ G22 «БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»	19
IV. ОСКАРЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ G22 «БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»	19

I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Програма вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії складена відповідно до Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р № 261, Положення про підготовку здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук в аспірантурі та докторантурі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя https://phd.tntu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/10/865503_pologhennya_doktor_filosofiyi_092025.pdf та Правил прийому на навчання до Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя в 2026 році <https://tntu.edu.ua/storage/pages/00000314/tntu-pp2026.pdf>.

Вступні випробування для прийому на навчання для здобуття ступеня доктора філософії проводяться як:

- зовнішнє оцінювання у формі єдиного вступного іспиту (ЄВІ), єдиного вступного випробування з методології наукових досліджень (ЄВВ) (див. Український центр оцінювання якості освіти: <https://testportal.gov.ua/vstupni-do-aspirantury-2/>);
- оцінювання в Університеті у формі іспиту з спеціальності.

II. ЗМІСТ ПРОГРАМИ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ G22 «БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»

Метою складання вступного іспиту зі спеціальності є перевірка й оцінювання знань вступників із основ моделювання біомедичних процесів та сигналів, комп'ютерної обробки біомедичних сигналів та даних, методів та засобів відбору інформації від біооб'єктів, проблем та перспектив біомедичної інженерії, реабілітаційної інженерії.

Програму вступного іспиту складено в обсязі програм попередніх рівнів вищої освіти зі спеціальності G22 Біомедична інженерія, що відображає кваліфікаційні вимоги до теоретичних знань та практичних навичок вступників до аспірантури, а також свідчить про їх компетентну здатність застосовувати набуті вміння при проведенні наукових досліджень. Основу програми склали ключові положення таких дисциплін як: «Моделювання біомедичних процесів та сигналів», «Комп'ютерна обробка біомедичних сигналів та даних», «Реабілітаційна інженерія», «Проблеми та перспективи біомедичної інженерії», на основі яких складається перелік питань вступного іспиту й формуються екзаменаційні білети.

1. НАЗВА ТЕМАТИЧНОГО БЛОКУ (ДИСЦИПЛІНИ)

Моделювання біомедичних процесів та сигналів

Зміст навчальної дисципліни. Загальні засади моделювання біомедичних процесів і систем. Поняття процесу, системи та моделі. Властивості та класифікація моделей. Основні види моделювання, їх порівняльна характеристика та сфери застосування. Імітаційне моделювання біологічних процесів і систем. Загальна схема процесу моделювання, формалізація та алгоритмізація інформаційних процесів. Концептуальні та математичні моделі біологічних процесів і систем. Особливості моделювання біологічних об'єктів, властивості моделей біопроцесів та біосистем. Приклади моделей біомедичних процесів і сигналів. Закони функціонування моделей. Організація модельного часу, режими його керування. Основи теорії систем масового обслуговування, моделювання потоків випадкових подій та аналітичні моделі систем масового обслуговування. Методи оцінювання ймовірностей подій, схеми загибелі та розмноження, аналіз кризових ситуацій у системах. Планування імітаційних експериментів, факторний простір, повні та часткові факторні експерименти, тактичне планування та методи зменшення дисперсії. Методи оцінювання точності, достовірності, стійкості та чутливості моделей. Оцінювання адекватності моделей, калібрування та ітераційні методи уточнення параметрів моделей.

Тематика завдань:

Тема 1. Теоретичні основи моделювання біомедичних процесів і систем. Поняття процесу, системи та моделі. Властивості моделей. Класифікація видів моделювання. Порівняльний аналіз аналітичного, імітаційного, математичного та комп'ютерного моделювання. Загальна схема процесу моделювання. Формалізація та алгоритмізація інформаційних процесів.

Тема 2. Концептуальне та математичне моделювання біологічних процесів Концептуальні моделі біологічних процесів і систем. Математичні методи моделювання біологічних процесів. Логічна структура моделей. Особливості моделювання біологічних об'єктів. Властивості моделей біосистем. Приклади моделей біологічних процесів і біомедичних сигналів.

Тема 3. Імітаційне моделювання біомедичних процесів

Основи імітаційного моделювання. Умови застосування імітаційних моделей. Закони функціонування моделей. Організація модельного часу. Режими керування модельним часом із постійним та змінним кроком. Побудова імітаційних моделей біологічних процесів і медичних інформаційних систем.

Тема 4. Моделювання систем масового обслуговування

Основні поняття систем масового обслуговування. Класифікація систем масового обслуговування. Імітаційні та аналітичні моделі систем масового обслуговування. Потоки випадкових подій. Простий та регулярний потоки. Обчислення фінальних ймовірностей станів систем. Схеми загибелі та розмноження. Аналіз виникнення кризових ситуацій та оцінювання ймовірності їх розвитку.

Тема 5. Планування імітаційних експериментів

Основи планування модельних експериментів. Факторний простір та план експерименту. Відтворюваність експерименту. Дисперсія відтворюваності. Повний та

частковий факторний експеримент. Тактичне планування експериментів. Методи зниження дисперсії результатів моделювання.

Тема 6. Аналіз якості моделей біомедичних процесів

Методи оцінювання точності та достовірності результатів моделювання. Оцінювання стійкості моделей. Аналіз чутливості моделей. Перевірка адекватності моделей. Калібрування моделей. Ітераційна схема калібрування. Верифікація та валідація моделей біомедичних процесів і сигналів.

Тема 7. Моделювання біомедичних сигналів та їх практичне застосування

Математичне моделювання електрокардіографічних, фонокардіографічних, фотоплетизмографічних і дихальних сигналів. Комп'ютерне моделювання біомедичних процесів. Методи аналізу та обробки біомедичних сигналів. Застосування математичних моделей у медичних інформаційних системах, комп'ютерній діагностиці та системах підтримки прийняття рішень.

Рекомендована література:

1. Математичне та комп'ютерне моделювання електрокардіосигналів у системах голтерівського моніторингу: наукова монографія / Л.Є. Дедів, А.С. Сверстюк, І.Ю. Дедів, М.О. Хвостівський, В.Г. Дозорський, Є.Б. Яворська. – Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2021. 120 с.

2. Математичне моделювання, методи та програмне забезпечення опрацювання дихальних шумів у комп'ютерних аускультативних діагностичних системах: наукова монографія / І.Ю. Дедів, А.С. Сверстюк, Л.Є. Дедів, В.Г. Дозорський, М.О. Хвостівський. – Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2021. 126 с.

3. Хвостівська Л. В. Математична модель та методи аналізу пульсового сигналу для підвищення інформативності фотоплетизмографічних систем: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 / Лілія Володимирівна Хвостівська. Тернопіль: ТНТУ, 2021. 177 с.

4. Паляниця Ю.Б., Сверстюк А.С., Шадріна Г.М. Математичне та комп'ютерне моделювання фонокардіосигналів для удосконалення кардіодіагностичних систем / Ю.Б. Паляниця, А.С. Сверстюк, Г.М. Шадріна. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2020. 106 с.

5. Марценюк В. П., Сверстюк А. С. Математичні моделі та методи компартментного моделювання кіберфізичних систем медико-біологічних процесів / В. П. Марценюк, А. С. Сверстюк. – Львів : Видавництво «Магнолія – 2006», 2020. – 400 с.

6. Абакумов В.Г. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг. Київ, 2001. 516 с.

7. Абакумов В.Г. Біомедичні сигнали та їх обробка. Київ, 1997. 352 с.

8. Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: навч.-метод. посібник для самоств. вивч. дисц. Київ, 1999. 208 с.

9. Khvostivskyi Mykola, Yavorska Evhenia, Kinash Roman, Boyko Roman. Mathematical, Algorithmic and Software Support for Phonocardiographic Signal Processing to Detect Mitral Insufficiency of Human Heart Valves. 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP-2023). CEUR

Workshop Proceedings. Ternopil, Ukraine, Opole, Poland, November 22-24, 2023. pp. 350-357. ISSN 1613-0073.

10. Yavorsky B., Yavorska E., Tsupryk H., Kinash R. (2023). Methods of constructing algorithms for comparative test statistical verification of mathematical models of bioobject responses to low-intensity stimuli. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 112, no 4, pp. 82–90.

11. Yavorska, E., Strembitska, O., Strembitskyi, M., & Pankiv, I. (2021). Development of a simulation model of a photoplethysmographic signal under psychoemotional stress. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(9 (110)), 36–45. (Scopus, Web of Science).

12. Яворська, Є.Б., Кінаш, Р.В., Цуприк, Г.Б., Николайчук В.І. Проблеми виявлення біосигналів у медичних інформаційних системах / Є.Б. Яворська, Кінаш Р.В., Г.Б. Цуприк, В.І. Николайчук // IV Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині» (ICM–2021) [Текст] : зб. наук. пр. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 25-26 с.

13. Лежнюк П.Д. Основи теорії планування експерименту: лабораторний практикум. — Вінниця, 2006. 167 с.

14. Математичні методи моделювання : підручник / А. В. Усов, О. С. Савельєва, І. І. Становська, А. О. Перпері. – Одеса, 2020. – 508 с.

15. Ingalls, B. P. (2013). Mathematical modeling in systems biology: an introduction. MIT press. 3. Bernhard Ø. Palsson. Systems Biology: Simulation of Dynamic Network States. Cambridge University Press, 2011. doi:10.1017/CBO9780511736179.

16. MASSpy: Modeling Dynamic Biological Processes in Python URL: <https://masspy.readthedocs.io/en/latest/index.html>

17. Sörnmo L., Laguna P. Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications. – Burlington: Academic Press, 2005. – 669 p.

18. Enderle J. D., Blanchard S. M., Bronzino J. D. Introduction to Biomedical Engineering. – 3rd ed. – Boston: Academic Press, 2011. – 1250 p.

19. Bronzino J. D. The Biomedical Engineering Handbook. – 4th ed. – Boca Raton: CRC Press, 2018. – 5436 p.

20. Webster J. G. Medical Instrumentation: Application and Design. – 4th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2009. – 704 p.

21. McSharry P., Clifford G. D. A Synthetic Model of the Electrocardiogram // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. – 2003. – Vol. 50, No. 3. – P. 289-294.

22. Clifford G. D., Azuaje F., McSharry P. Advanced Methods and Tools for ECG Data Analysis. – Norwood: Artech House, 2006. – 400 p.

Комп'ютерна обробка біомедичних сигналів та даних

Зміст навчальної дисципліни. Біомедичні сигнали та дані як об'єкти комп'ютерної обробки. Класифікація біомедичних сигналів та методи їх отримання. Основні методи дослідження функціонального стану організму людини за результатами аналізу біомедичних сигналів. Бази даних біомедичних сигналів та даних. Математичний опис детермінованих і стохастичних біомедичних сигналів.

Послідовність комп'ютерної обробки біомедичних сигналів: «біомедичний сигнал – модель – метод – алгоритм – програмне забезпечення». Кореляційна обробка біомедичних сигналів. Автокореляційні та взаємокореляційні методи аналізу. Коефіцієнт кореляції Пірсона. Спектральна обробка біомедичних сигналів. Ряд Фур'є та дискретне перетворення Фур'є. Спектрально-кореляційна обробка випадкових біомедичних сигналів. Статистична обробка біомедичних сигналів та даних. Вейвлет-обробка біомедичних сигналів у різних базисах. Синфазна обробка періодично корельованих біомедичних сигналів. Компонентна обробка біомедичних сигналів. Розробка алгоритмічного забезпечення комп'ютерної обробки біомедичних сигналів. Створення програмних модулів та спеціалізованого програмного забезпечення для аналізу біомедичних сигналів у середовищі MATLAB.

Тематика завдань:

Тема 1. Біомедичні сигнали та дані як об'єкти комп'ютерної обробки

Поняття біомедичних сигналів та даних. Класифікація біомедичних сигналів. Основні джерела виникнення біомедичних сигналів. Методи реєстрації біомедичних сигналів. Методи дослідження функціонального стану організму людини. Основні етапи комп'ютерної обробки біомедичних сигналів.

Тема 2. Бази даних біомедичних сигналів та математичний опис сигналів

Основні поняття баз даних у медицині. Класифікація медичних баз даних. Локальні та глобальні бази біомедичних сигналів. Послідовність комп'ютерної обробки біомедичних сигналів та даних. Математичні моделі біомедичних сигналів. Детерміновані та стохастичні сигнали.

Тема 3. Кореляційна обробка біомедичних сигналів

Енергетичні характеристики біомедичних сигналів. Зсув сигналів у часі. Автокореляційна функція. Взаємокореляційна функція. Коефіцієнт кореляції Пірсона. Алгоритми кореляційної обробки біомедичних сигналів. Практичне застосування кореляційного аналізу в медичних діагностичних системах.

Тема 4. Спектральна обробка біомедичних сигналів

Основи спектрального аналізу. Гармонічний аналіз сигналів. Ряд Фур'є. Дискретне перетворення Фур'є. Спектральні характеристики біомедичних сигналів. Алгоритми спектральної обробки. Аналіз спектрального складу електрокардіографічних, електроенцефалографічних та інших біомедичних сигналів.

Тема 5. Спектрально-кореляційна обробка випадкових біомедичних сигналів

Потужність та енергія випадкових сигналів. Автокореляційна функція випадкових процесів. Спектральна густина потужності. Теорема Вінера–Хінчина. Алгоритми спектрально-кореляційного аналізу. Застосування спектрально-кореляційних методів для аналізу біомедичних сигналів.

Тема 6. Статистична обробка біомедичних сигналів та даних

Основні статистичні характеристики сигналів. Закони розподілу випадкових величин. Оцінювання статистичних параметрів. Статистичний аналіз біомедичних даних. Алгоритмічне забезпечення статистичної обробки. Практичне застосування статистичних методів у біомедичній інженерії.

Тема 7. Вейвлет-обробка біомедичних сигналів

Основи вейвлет-перетворення. Базисні функції вейвлет-аналізу. Вейвлети Гауса. Вейвлет «Мексиканський капелюх». Вейвлет Мейєра. Вейвлет Хаара. Вейвлет Моле. Вейвлет Добеші. Алгоритми вейвлет-обробки біомедичних сигналів. Порівняльний аналіз вейвлетних методів.

Тема 8. Синфазна обробка біомедичних сигналів

Періодично корельовані випадкові процеси. Математичні моделі біомедичних сигналів. Синфазний метод обробки сигналів. Алгоритмічне забезпечення синфазної обробки. Практичне використання синфазних методів у медичних інформаційно-діагностичних системах.

Тема 9. Компонентна обробка біомедичних сигналів

Основи компонентного аналізу. Виділення інформативних компонент сигналів. Методи компонентної декомпозиції. Алгоритми компонентної обробки біомедичних сигналів. Практичне застосування компонентного аналізу для підвищення інформативності медичних діагностичних систем.

Рекомендована література:

1. Булах І.Й., Лях Ю.Й., Марценюк В.П., Хаїмзон І.Й. Медична інформатика. К.: AUS Medicine Publishing, 2017. 368 с.

2. Ваврук Є., Лашко О., Попович Р. Алгоритми та засоби обробки сигналів: навч. посібн. Львів: СПОЛОМ, 2021. 240 с.

3. Дунець В.Л., Хвостівський М.О., Сверстюк А.С., Хвостівська Л.В. Математичне та алгоритмічно-програмне забезпечення опрацювання електрокардіосигналів при фізичному навантаженні у кардіодіагностичних системах: наукова монографія. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2022. 136 с. ISBN 978-617-574-242-6.

4. Математичне моделювання, методи та програмне забезпечення опрацювання дихальних шумів у комп'ютерних аускультативних діагностичних системах: наукова монографія / І.Ю. Дедів, А.С. Сверстюк, Л.Є. Дедів, В.Г. Дозорський, М.О. Хвостівський. – Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2021. 126 с.

5. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / уклад. : Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 308 с.

6. Рибальченко М.О. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. Дніпро: НМетАУ, 2018. 79 с.

7. Харів Н.О. Бази даних та інформаційні системи: навчальний посібник. Харів. Рівне : НУВГП, 2018. 127 с.

8. Хвостівська Л.В., Осухівська Г.М., Хвостівський М.О., Шадріна Г.М., Дедів, І.Ю. Розвиток методів та алгоритмів обчислення періоду стохастичних біомедичних сигналів для медичних комп'ютерно-діагностичних систем. Вісник НТУУ "КПІ". Серія Радіотехніка, Радіоапаратобудування. 2019. Вип. 79. С. 78-84. doi:10.20535/RADAR.2019. 79.78-84. ISSN 2310-0389 (e-ISSN 2310-0397).

9. Булах І.Є., Хаїмзон І.І. Інформаційні технології у психології та медицині: підручник. К.: ВСВ «Медицина», 2017. 216 с.

10. Драган Я.П. Енергетична теорія лінійних моделей стохастичних сигналів. Львів: Центр стратегічних досліджень еко-біо-технічних систем, 1997. XVI+333с.
11. Жолос О.В., Мороз О.Ф., Оглобля О.В., Артеменко О.Й. Практичний посібник з медичної інформатики. К.: КНУ імені Тараса Шевченка, 2019. 46 с.
12. Математичне та комп'ютерне моделювання електрокардіосигналів у системах голтерівського моніторингу: наукова монографія / Л.Є. Дедів, А.С. Сверстюк, І.Ю. Дедів, М.О. Хвостівський, В.Г. Дозорський, Є.Б. Яворська. – Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2021. 120 с.
13. Паляниця Ю.Б., Сверстюк А.С., Шадріна Г.М. Математичне та комп'ютерне моделювання фонокардіосигналів для удосконалення кардіодіагностичних систем / Ю.Б. Паляниця, А.С. Сверстюк, Г.М. Шадріна. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2020. 106 с.
14. Стрембіцька О.І. Методи та засоби оцінки пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 163 “Біомедична інженерія” в галузі знань 16 “Хімічна та біоінженерія”. ТНТУ. Тернопіль, 2021. 150 с.
15. Хвостівський М.О. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Комп'ютерна обробка біомедичних сигналів та даних» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія» / уклад.: Хвостівський М.О. Тернопіль, 2024. 83 с. URL: <https://dl.tntu.edu.ua/bounce.php?course=315>.
16. Хвостівська Л. В. Математична модель та методи аналізу пульсового сигналу для підвищення інформативності фотоплетизмографічних систем: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 / Лілія Володимирівна Хвостівська. Тернопіль: ТНТУ, 2021. 177 с.
17. Хвостівський М.О. Математична модель макромеханізму формування електроретиносигналу для підвищення достовірності офтальмодіагностичних систем. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 01.05.02 – Математичне моделювання та обчислювальні методи / М.О. Хвостівський Тернопіль, 2010. 20 с.
18. Хвостівський М.О. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни «Обробка біомедичних сигналів» для студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» // Хвостівський М.О. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. 52 с.
19. M. Khvostivskyi, L. Khvostivska, I. Dediv, I. Yavorskyi, S. Uniiat. Medical Computer System for Diagnosing the State of Human Vessels. 1st International Workshop on Bioinformatics and Applied Information Technologies (BAIT 2024). CEUR Workshop Proceedings. Zboriv, Ukraine, October 02-04, 2024. Vol. 842. P.196–207
20. Khvostivskyi Mykola, Yavorska Evhenia, Kinash Roman, Boyko Roman. Mathematical, Algorithmic and Software Support for Phonocardiographic Signal Processing to Detect Mitral Insufficiency of Human Heart Valves. 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP 2023). CEUR Workshop Proceedings. Ternopil 22 November 22-24, 2023. Vol 3628, P. 350-357.

21. Khvostivskyi M.O., Pankiv I.M., Fuch O.V., Khvostivska L.V., Boyko R.R., Dunetc V.L., Kartashov V.V. Method and Algorithm of Electroencephalographic Signals Processing in Computer Medical Diagnostic Systems for Human Psychoemotional Indicators Detection. Visnyk NTUU KPI Seriya - Radiotekhnika Radioaparotobuduvannia, (91), pp. 63-71. DOI: 10.20535/RADAP.2023.91.63-71.

Реабілітаційна інженерія

Зміст навчальної дисципліни. Організаційно-методичні основи реабілітації. Медична та фізична реабілітація людини. Засоби та технології реабілітації. Технічні засоби проведення фізичної реабілітації. Основи фізіотерапії та лікувального масажу. Реабілітаційні тренажери, вертикалізатори та системи апаратурного масажу. Сучасні методи та засоби реабілітації в травматології та ортопедії. Реабілітація при переломах кісток, пошкодженнях хребта, таза, кисті та стопи. Роботизовані системи механотерапії та локомоторної терапії. Реабілітація при щелепно-лицевих травмах, ушкодженнях ЛОР-органів та порушеннях зору. Сучасні підходи до компенсації порушеної комунікативної функції людини. Реабілітація при захворюваннях серцево-судинної системи, органів дихання, травлення та порушеннях обміну речовин. Реабілітація осіб з інвалідністю та психологічна реабілітація. Реабілітаційні екзоскелети та біонічні протези верхніх і нижніх кінцівок. Основні принципи проектування біокерованих протезів. Сучасні роботизовані та інтелектуалізовані засоби реабілітації. Перспективи розвитку біонічного протезування, технологій штучних органів та імплантів.

Тематика завдань:

Тема 1. Організаційно-методичні основи реабілітації. Засоби реабілітації

Поняття реабілітації. Медична, фізична та соціальна реабілітація. Завдання та принципи реабілітації. Технічні засоби фізичної реабілітації. Класифікація засобів реабілітації. Автоматизовані та роботизовані системи реабілітації. Сучасні напрями розвитку реабілітаційної інженерії.

Тема 2. Основи фізіотерапії та лікувального масажу

Методи фізіотерапії на основі постійного струму низької напруги. Імпульсні струми у фізичній реабілітації. Струми високої частоти та електричні поля. Використання механічних коливань у фізіотерапії. Основи лікувального масажу. Реабілітаційні вертикалізатори та тренажери. Масажні крісла та кушетки. Апаратурний масаж та перспективи його розвитку.

Тема 3. Сучасні методи та засоби реабілітації в травматології та ортопедії

Класифікація травм. Реабілітація при переломах довгих трубчастих кісток. Реабілітація при переломах плечового пояса. Реабілітація при травмах нижніх кінцівок. Роботизована механотерапія. Роботизовані системи локомоторної терапії. Інженерні засоби відновлення рухових функцій.

Тема 4. Фізична реабілітація при переломах хребта та таза, травмах кисті і стопи

Особливості реабілітації при переломах хребта. Реабілітація після переломів таза. Травми кисті та методи їх відновлення. Переломи п'ясткових кісток. Реабілітація при ушкодженнях стопи та ахілового сухожилля. Роботизовані комплекси для відновлення функцій верхніх кінцівок.

Тема 5. Реабілітація при щелепно-лицевих травмах, пошкодженнях ЛОР-органів та порушеннях зору

Особливості щелепно-лицевих травм. Реабілітація після пошкоджень ЛОР-органів. Реабілітація після травм органів зору. Сучасні методи діагностування порушень. Інженерні рішення для відновлення втрачених функцій.

Тема 6. Сучасні підходи до реабілітації порушень комунікативної функції людини

Механізми реалізації комунікативної функції людини. Причини порушення комунікації. Методи компенсації порушених мовних функцій. Технічні та програмні засоби альтернативної комунікації. Інтелектуальні системи підтримки комунікації.

Тема 7. Реабілітація при захворюваннях серцево-судинної системи

Захворювання серцево-судинної системи та їх наслідки. Механізми лікувальної дії фізичних вправ. Методи фізичної реабілітації кардіологічних хворих. Реабілітаційні тренувальні комплекси. Моніторинг фізичного стану пацієнтів.

Тема 8. Сучасні методи реабілітації при захворюваннях органів дихання

Фізична реабілітація при бронхіальній астмі. Реабілітація при емфіземі легень. Реабілітація при бронхіті та бронхоектатичній хворобі. Дихальні тренажери та апаратні комплекси. Сучасні підходи до діагностики та моніторингу функцій дихання.

Тема 9. Реабілітація при захворюваннях органів травлення та порушеннях обміну речовин

Фізична реабілітація при гастритах. Реабілітація при виразковій хворобі шлунка та дванадцятипалої кишки. Реабілітація при порушеннях обміну речовин. Методи фізичної реабілітації при ожирінні. Технічні засоби контролю фізичного стану пацієнтів.

Тема 10. Реабілітація осіб з інвалідністю. Психологічна реабілітація

Поняття інвалідності. Особливості роботи з особами з інвалідністю. Медико-психологічна реабілітація. Адаптаційна психотерапія. Технічні засоби соціальної адаптації. Інженерні рішення для підвищення якості життя осіб з інвалідністю.

Тема 11. Реабілітаційні екзоскелети та біонічні протези

Класифікація засобів біопротезування. Реабілітаційні екзоскелети. Біонічні протези верхніх кінцівок. Біонічні протези нижніх кінцівок. Біокерування протезами. Сучасні дослідження у сфері протезування та екзоскелетів.

Тема 12. Основні напрямки та перспективи розвитку біонічного протезування

Біокеровані протези та принципи їх проектування. Інтерфейси взаємодії людини та протеза. Технології штучних органів та імплантів. Інтелектуалізовані засоби реабілітації. Перспективи розвитку біонічного протезування та реабілітаційної інженерії.

Рекомендована література:

1. Мухін В.М. Фізична реабілітація в травматології: монографія. Львів: ЛДУФК, 2015. 428 с.

2. Сокрут В.М., Казаков В.М., Поважна О.С. та ін. Фізичні чинники в медичній реабілітації. Донецьк: ДонНМУ, 2008. 576 с.

3. Худецький І.Ю., Антонова-Рафі Ю.В., Мельник Г.В., Сніцар Є.В. Протезування та штучні органи. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 184 с.
4. Попадюха Ю.А. Сучасні роботизовані комплекси, системи та пристрої у реабілітаційних технологіях. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 324 с.
5. Попадюха Ю.А. Сучасні комп'ютеризовані комплекси та системи у технологіях фізичної реабілітації. Київ: Центр учбової літератури, 2018. 300 с.
6. Методичні рекомендації з санаторно-курортного лікування / За ред. М.В. Лободи. Київ: Тамед, 1998. 672 с.
7. Сокрут В.М., Поважна О.С., Глущенко А.Л. та ін. Спортивна медицина. Донецьк: Каштан, 2013. 472 с.
8. Cooper G. Essential Physical Medicine and Rehabilitation. Humana Press, 2006.
- Мурахов І.В. та ін. Лікувальна фізкультура і спортивна медицина. Київ: Здоров'я, 1995. 312 с.
9. Дунець В.Л., Хвостівський М.О., Сверстюк А.С., Хвостівська Л.В. Математичне та алгоритмічно-програмне забезпечення опрацювання електрокардіосигналів при фізичному навантаженні у кардіодіагностичних системах. Львів: Магнолія-2006, 2022. 136 с.
10. Дедів І.Ю., Сверстюк А.С., Дедів Л.Є., Дозорський В.Г., Хвостівський М.О. Математичне моделювання, методи та програмне забезпечення опрацювання дихальних шумів у комп'ютерних аускультативних діагностичних системах. Львів: Магнолія-2006, 2021. 126 с.
11. Дедів Л.Є., Сверстюк А.С., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. та ін. Математичне та комп'ютерне моделювання електрокардіосигналів у системах голтерівського моніторингу. Львів: Магнолія-2006, 2021. 120 с.
12. Паляниця Ю.Б., Сверстюк А.С., Шадріна Г.М. Математичне та комп'ютерне моделювання фонокардіосигналів для удосконалення кардіодіагностичних систем. Львів: Магнолія-2006, 2020. 106 с.

Проблеми та перспективи біомедичної інженерії

Зміст навчальної дисципліни. Сучасний стан та перспективи розвитку біомедичної інженерії. Основні напрями розвитку медичних технологій, біомедичних електронних систем та інформаційно-вимірювальних комплексів. Перспективи застосування біомедичних сигналів та медичних зображень у діагностиці й моніторингу стану людини. Інтелектуальні медичні системи, штучний інтелект, цифрова медицина та телемедицина. Біоматеріали, імпланти, біопротезування та реабілітаційні технології. Роботизовані медичні системи, віртуальна та доповнена реальність у медицині. Wearable-технології, дистанційний моніторинг здоров'я та персоналізована медицина. Перспективи розвитку біомедичної інженерії в умовах цифрової трансформації охорони здоров'я.

Тематика завдань:

Тема 1. Сучасний стан та напрями розвитку біомедичної інженерії

Біомедична інженерія як міждисциплінарна галузь науки і техніки. Основні етапи розвитку біомедичної інженерії. Роль біомедичних технологій у сучасній системі охорони здоров'я. Пріоритетні напрями розвитку галузі.

Тема 2. Біомедичні сигнали та перспективи їх використання

Основні види біомедичних сигналів та їх діагностична цінність. Сучасні методи реєстрації, обробки та аналізу біосигналів. Інтелектуальні системи моніторингу фізіологічного стану людини. Перспективи розвитку технологій аналізу біомедичних сигналів.

Тема 3. Біомедичні електронні системи та медичне приладобудування

Сучасні біомедичні електронні системи. Тенденції розвитку медичних діагностичних та лікувальних приладів. Мініатюризація та інтеграція медичних електронних засобів. Інтелектуальні медичні пристрої нового покоління.

Тема 4. Медичні інформаційні технології та цифрова медицина

Цифрова трансформація охорони здоров'я. Медичні інформаційні системи. Хмарні технології та великі дані у медицині. Персоналізована медицина та підтримка прийняття клінічних рішень. Перспективи розвитку цифрової медицини.

Тема 5. Штучний інтелект у біомедичній інженерії

Застосування методів штучного інтелекту для аналізу медичних даних. Машинне навчання у діагностиці захворювань. Інтелектуальна обробка біомедичних сигналів та медичних зображень. Перспективи використання нейромережних технологій у медицині.

Тема 6. Телемедицина та дистанційний моніторинг стану здоров'я

Принципи побудови телемедичних систем. Засоби дистанційного контролю фізіологічних параметрів. Мобільні медичні технології. Wearable-пристрої та системи віддаленого моніторингу пацієнтів.

Тема 7. Біоматеріали та біомедичні технології

Сучасні біоматеріали та вимоги до них. Використання біоматеріалів у медичній практиці. Новітні технології створення біосумісних матеріалів. Перспективи розвитку тканинної інженерії та регенеративної медицини.

Тема 8. Біопротезування та реабілітаційна інженерія

Сучасні підходи до створення біопротезів. Біонічні протези та інтелектуальні системи керування. Технічні засоби реабілітації. Перспективи розвитку екзоскелетів, нейроінтерфейсів та адаптивних реабілітаційних систем.

Тема 9. Роботизовані системи в медицині

Медичні роботизовані комплекси. Роботизована хірургія. Роботи для діагностики, лікування та реабілітації. Тенденції розвитку медичної робототехніки та автоматизованих систем охорони здоров'я.

Тема 10. Віртуальна та доповнена реальність у медицині

Принципи побудови систем віртуальної та доповненої реальності. Використання VR/AR-технологій у діагностиці, лікуванні та реабілітації. Перспективи створення адаптивних віртуальних середовищ для підтримки психофізіологічного стану людини.

Тема 11. Персоналізована медицина та цифрові двійники

Концепція персоналізованої медицини. Цифрові двійники біологічних систем. Індивідуалізація діагностики та лікування. Перспективи використання цифрових моделей людини у клінічній практиці.

Тема 12. Глобальні виклики та перспективи розвитку біомедичної інженерії

Світові тенденції розвитку біомедичних технологій. Конвергенція біології, медицини та інженерії. Етичні, соціальні та економічні аспекти впровадження новітніх медичних технологій. Перспективи розвитку біомедичної інженерії в Україні та світі.

Рекомендована література:

1. Берладір Х. В., Говорун Т. П., Олешко О. М. Біомедичні матеріали: від історії до сьогодення: навчальний посібник. – Суми: Сумський державний університет, 2022. – 223 с.

2. Біомедичні електронні системи. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського.

3. Вакуленко Д. В. Артеріальна осцилографія: нові інформаційні можливості вимірювача артеріального тиску з програмного комплексу Оранта-АО : навч.-метод. посіб. / Д. В. Вакуленко, Л. О. Вакуленко, О. В. Гевко [та ін.] ; за ред. Д. В. Вакуленка, Л. О. Вакуленко. Львів : Магнолія, 2023. 508 с. (С. 151–152, 265–273, 343–366, 450–459). Електронне видання. <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/45231/1/2023-.pdf>.

4. Вакуленко Д. В., Гевко О. В. Перспективні напрямки у створенні системи віртуальної реальності для корекції психофізіологічного стану пацієнта / Д. В. Вакуленко, О. В. Гевко, Л. О. Вакуленко, В. М. Кіфер. Перспективні технології та прилади: зб. наук. пр. Луцьк, 2021. Вип. 19. С. 27–33. DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2313-5352-2021-19-4>.

5. Гевко О. В., Паляниця Ю. Б. Bluetooth навушники із медико-діагностичними функціями / О. В. Гевко, Ю. Б. Паляниця. Перспективні технології та прилади : зб. наук. пр. Луцьк, 2025. Т. 1, вип. 26. С. 21–28. DOI: <https://doi.org/10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2025-26-03>.

6. Дозорський В. Г., Дозорська О. Ф. Система реєстрації біопотенціалів для електроенцефалографічних досліджень / В. Г. Дозорський, О. Ф. Дозорська, О. В. Гевко, Л. Є. Дедів. Перспективні технології та прилади : зб. наук. пр. Луцьк, 2023. Вип. 22. С. 45–54. DOI: <https://doi.org/10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2023-22-07>.

7. Електрокардіографія. Функціональні ЕКГ тести. Амбулаторне моніторування ЕКГ (за Холтером) та артеріального тиску: навч.-метод. посіб. / В. А. Візір, О. В. Деміденко, І. Б. Приходько [та ін.]. – Запоріжжя, ЗДМУ, 2019. – 103 с.

8. Жарінов О.Й., Куць В.О. (ред.) Основи електрокардіографії. Четверте видання. – Київ: Четверта хвиля, 2020. – 248 с.

9. Основи побудови біомедичних електронних систем. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. / уклад.: Н.Г. Іванушкіна, К.О. Іванько, А.О. Попов, Є.С. Карплюк. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 222 с.

10. Основи реєстрації та аналізу біосигналів. Навчальний посібник / О.Г. Аврунін, В.В. Семенець, В.Г. Абакумов, З.Ю. Готра, С.М. Злепко, А.В. Кіпенський, С.В. Павлов. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 400 с.

11. Паляниця Ю. Б., Гевко О. В. «Розумний одяг» для віддаленого моніторингу стану серцево-судинної системи / Ю. Б. Паляниця, О. В. Гевко. Перспективні

технології та прилади : зб. наук. пр. Луцьк, 2023. Вип. 22. С. 114–122. DOI: <https://doi.org/10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2023-22-17>.

12. Теорія сигналів [Електронний ресурс]: навч. посіб. / уклад.: А.О. Попов. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 268 с.

13. Тимків П. О., Гевко О. В. Інтегрована пупілометрія як інструмент автоматизованого моніторингу психофізіологічного стану людини / П. О. Тимків, О. В. Гевко, В. В. Петров. Перспективні технології та прилади : зб. наук. пр. Луцьк, 2025. Вип. 27. С. 187–195. DOI: <https://doi.org/10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2025-27-25>.

14. Akujuobi C.M. Nanotechnology applications in biomedical engineering. Handbook of Research on Diverse Applications..., IGI Global (2015), pp. 50-63.

15. Bronzino, J. D., & Peterson, D. R. (Eds.). The Biomedical Engineering Handbook: Four Volume Set (4th ed.). – CRC Press, 2015.

16. Hossein Hosseinkhani. (2023). "Concepts of Biomedical Engineering," in Biomedical Engineering: Materials, Technology, and Applications, Wiley, pp.1-22.

17. Monty Escabí. Chapter 11 - Biosignal Processing. In Biomedical Engineering, Introduction to Biomedical Engineering (3rd Ed.), Academic Press, 2012, pp. 667-746.

18. Pevnick JM, et al. (2018). Wearable technology for cardiology: An update and framework for the future. Trends Cardiovasc Med. 28(2):144–50.

19. Rangayyan, R. M. (2015). Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach (2nd ed.). – Wiley-IEEE Press. – 776 p.

20. S. Subramaniam et al. (2024). "Grand Challenges at the Interface of Engineering and Medicine," in IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology, vol. 5, pp. 1-13.

21. Semmlow, J.L. (2018). Biosignal and Biomedical Image Processing: MATLAB-Based Applications (3rd ed.). – CRC Press. – 500 p.

22. Sharma M, Khurana SP. (2018). Biomedical engineering: the recent trends. Omics Technologies and Bio-Engineering, Academic Press, pp. 323-336.

23. Sudip Paul, et al. (2022). Chapter 1 - Overview of biomedical instrumentation. In Introduction to Biomedical Instrumentation and Its Applications, Academic Press, pp. 1-43.

24. Tranquillo, Joseph, et al. (2022). Biomedical Engineering Design. Faculty Books. 118.

25. Vakulenko D., Vakulenko L. Effectiveness Application of the Analysis of Arterial Pulsations Registered during Blood Pressure Measurement Using the Oranta-AO Information System in Psychophysiology / D. Vakulenko, L. Vakulenko, L. Sas, O. Hevko. Arterial oscillography: New capabilities of the blood pressure monitor with the Oranta-AO information system / eds.: D. V. Vakulenko, L. O. Vakulenko. USA : Nova Science Publishers, Inc., 2024. Chapter 26. P. 419–430. DOI: <https://doi.org/10.52305/XFFR7057>. URL: <https://novapublishers.com/wp-content/uploads/2024/10/Arterial-Oscillography-Ch26.pdf>

26. Vakulenko D., Vakulenko L. Interrelation of Multimedia Simulation of Images of Elements with the State of Meridians and the Quality of Adaptation of the Vascular Hemodynamic Factor Based on the Results of the Analysis of Arterial Pulsations Recorded during Blood Pressure Measurement Using the Oranta-AO Information System / D.

Vakulenko, L. Vakulenko, O. Hevko, T. Kadobnyj. Arterial oscillography: New capabilities of the blood pressure monitor with the Oranta-AO information system / eds.: D. V. Vakulenko, L. O. Vakulenko. USA : Nova Science Publishers, Inc., 2024. Chapter 36. P. 565–586. DOI: <https://doi.org/10.52305/XFFR7057>. URL: <https://novapublishers.com/wp-content/uploads/2024/10/Arterial-Oscillography-Ch36.pdf>

27. Vakulenko D., Vakulenko L. Prospect of Creating a Virtual Reality System with Feedback for the Correction of the Patient's Psychological State Based on the Results of the Analysis of Arterial Pulsations Registered during Blood Pressure Measurement Using the Oranta-AO Information System / D. Vakulenko, L. Vakulenko, O. Hevko. Arterial oscillography: New capabilities of the blood pressure monitor with the Oranta-AO information system / eds.: D. V. Vakulenko, L. O. Vakulenko. USA : Nova Science Publishers, Inc., 2024. Chapter 37. P. 587–599. DOI: <https://doi.org/10.52305/XFFR7057>. URL: <https://novapublishers.com/wp-content/uploads/2024/10/Arterial-Oscillography-Ch37.pdf>

Методи та засоби відбору інформації від біооб'єктів

Зміст навчальної дисципліни. Загальні принципи відбору інформації від біологічних об'єктів. Методи та засоби отримання, передачі та збереження біомедичної інформації. Метрологічні засади медико-біологічних досліджень. Біотехнічні системи та особливості взаємодії біооб'єкта з вимірювальними засобами. Методи визначення електропровідності біологічних тканин. Біоелектричні електроди та їх класифікація. Провідні електроди першого та другого роду. Слабополяризовані та одноразові електроди. Джерела біоелектричних сигналів і похибок вимірювання. Частотні та фазові характеристики біосигналів. Біологічні ритми та методи їх дослідження. Електроенцефалографія, електрокардіографія, електроміографія та електроретинографія. Методи розміщення електродних відведень. Артефакти та способи їх усунення. Методи цифрової обробки біосигналів із використанням перетворення Фур'є та вейвлет-перетворення. Ультразвукові методи отримання медичної інформації. Достовірність і точність вимірювань у біомедичних системах. Методи передачі, зберігання та захисту біомедичної інформації. Сучасні вимірювальні перетворювачі, сенсори та біомедичні інформаційно-вимірювальні системи.

Тематика завдань:

Тема 1. Загальні принципи відбору інформації від біооб'єктів

Основні поняття дисципліни. Біологічний об'єкт як джерело інформації. Методи отримання біомедичних даних. Вимоги до достовірності та інформативності біомедичної інформації. Засоби передачі та зберігання даних. Структура сучасних біомедичних інформаційно-вимірювальних систем.

Тема 2. Метрологічні засади медико-біологічних досліджень

Поняття метрології у біомедичній інженерії. Біотехнічні системи. Способи відведення сигналів. Напівелементи та вимірювальні комірки. Потенціали на межі поділу фаз. Джерела похибок та їх вплив на результати вимірювань.

Тема 3. Методи відбору інформації про електропровідність біологічних тканин

Електропровідність біологічних структур. Методи вимірювання параметрів провідності. Біоімпедансні методи досліджень. Аналіз характеристик біологічних тканин за результатами вимірювань електропровідності.

Тема 4. Провідні біоелектричні електроди та особливості їх використання

Класифікація біоелектричних електродів. Конструкція та характеристики електродів. Провідникові відведення. Якість контакту «електрод–біооб’єкт». Основні фактори, що впливають на достовірність вимірювань.

Тема 5. Електроди другого роду та спеціалізовані засоби відведення біосигналів

Провідні електроди другого роду. Слабополяризовані електроди. Одноразові електроди. Методи використання різних типів електродів. Вплив конструкції електродів на параметри вимірюваних сигналів.

Тема 6. Джерела біоелектричних сигналів та похибок вимірювання

Структурна організація біооб’єкта. Походження біоелектричних сигналів. Частотні та часові характеристики біосигналів. Фазові характеристики. Види завад та похибок. Методи підвищення точності вимірювань.

Тема 7. Електроенцефалографія та дослідження біологічних ритмів

Біологічні ритми людини. Основи електроенцефалографії. Роль нейронів та нейронних мереж у формуванні біосигналів. Методи розміщення електродів для ЕЕГ. Артефакти та методи їх усунення. Аналіз ЕЕГ-сигналів.

Тема 8. Відбір та аналіз електрокардіографічних і електроміографічних сигналів

Топографія електродних відведень для ЕКГ та ЕМГ. Методи реєстрації електрокардіосигналів та електроміосигналів. Використання локального перетворення Фур’є. Вейвлет-аналіз біомедичних сигналів. Оцінювання достовірності результатів.

Тема 9. Методи відбору інформації в електроенцефалографії

Методи передачі та обробки ЕЕГ-сигналів. Засоби довготривалого моніторингу. Особливості розміщення електродів на біооб’єкті. Вплив артефактів та шумів. Методи оцінювання якості сигналів.

Тема 10. Електроретинографія та реографія ока

Топографія електродних відведень для електроретинографії. Загальна та локальна ЕРГ. Осциляційні потенціали. Реографія ока. Використання швидкого перетворення Фур’є для аналізу сигналів. Методи оцінювання якості відбору інформації.

Тема 11. Відбір інформації в ультразвуковій діагностиці

Принципи ультразвукових вимірювань. Роздільна здатність ультразвукових систем. Точність вимірювань параметрів біологічних структур. Методи усунення похибок та впливу випадкових флуктуацій. Оцінювання достовірності отриманих результатів.

Тема 12. Передача, зберігання та оцінювання достовірності біомедичної інформації

Методи оцінювання достовірності інформації. Засоби передачі біомедичних даних на відстань. Сучасні технології телемедицини. Системи довготривалого зберігання медичної інформації. Захист та безпека медичних даних. Перспективи розвитку біомедичних інформаційних систем.

Рекомендована література

1. Основи реєстрації та аналізу біосигналів. Навчальний посібник / О.Г. Аврунін, В.В. Семенець, В.Г. Абакумов, З.Ю. Готра, С.М. Злепко, А.В. Кіпенський, С.В. Павлов. – Харків: ХНУРЕ, 2019. 400 с.
2. Методи та засоби вимірювань неелектричних величин. Підручник для студентів. /Під редакцією Є.С.Поліщука. Львів: ДУ: «ЛП», 2018. 359 с.
3. Biological and Medical Sensor Technologies CRC Press / Published March 29, 2017, Reference - 412 Pages - 186 B/W Illustrations ISBN 9781138073210 - CAT# K33884.
4. Smart Biosensor Technology CRC Press Published December 3, 2018 Reference - 577 Pages - 323 B/W Illustrations ISBN 9781498774482 - CAT# K29618
5. Handbook of Humidity Measurement, Volume 2: Electronic and Electrical Humidity Sensors / CRC Press Published February 5, 2019 Reference - 386 Pages – 378 B/W Illustrations ISBN 9781138300224 - CAT# K35698.
6. Ткачук Р.А. Вимірювальні перетворювачі та електроди для біомедичних досліджень. ISBN 966-636-005-5. Тернопіль: ТДТУ. 2001. 120с.
7. Белих І.А., Клещев М.Ф. Біологічні та хімічні сенсорні системи. / Харків: НТУ «ХП». 2011. 143 с.
8. Конспект лекцій з вивчення дисципліни «Вимірювальні перетворювачі та датчики для медико-технічних систем» для студентів спеціальності 163 - Біомедична інженерія освітня програма Біомедична інженерія / Уклад. Л.Г. Коваль. – Вінниця : ВНТУ, 2020.
9. Лукінюк М.В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами. Методи та технічні засоби контролю. Київ: НУТУ «КП».2022. 316с.
10. Олійник В.П., Куліш С.Н Апаратні методи досліджень в біології і медицині / Нав. посібник. Харків: “ХАІ”, 2004. 110 с.

Наукове мислення та дослідницька спроможність

Зміст. Теоретичні та методологічні основи наукових досліджень у галузі біомедичної інженерії. Організація наукової діяльності та інноваційних розробок у сфері медичних технологій. Формування наукової проблематики та вибір напрямів досліджень біомедичних систем, процесів і технічних засобів. Методи пошуку, аналізу та систематизації науково-технічної інформації. Теоретичні та експериментальні дослідження біологічних об'єктів, біомедичних сигналів, медичних пристроїв, біоматеріалів та біотехнічних систем. Методи статистичної обробки та інтерпретації результатів досліджень. Підготовка наукових публікацій, оформлення результатів наукової діяльності, академічна доброчесність та етичні аспекти проведення досліджень у галузі біомедичної інженерії.

Тематика завдань:

Тема 1. Наукові дослідження в галузі біомедичної інженерії

Місце науки у розвитку біомедичної інженерії. Основні напрями наукових досліджень у галузі біомедичних технологій. Організація науково-дослідної діяльності та інноваційних розробок у сфері охорони здоров'я.

Тема 2. Методологія наукового пізнання біомедичних систем

Методологія дослідження біологічних об'єктів, фізіологічних процесів та біотехнічних систем. Загальнонаукові та спеціальні методи досліджень. Системний підхід у біомедичній інженерії.

Тема 3. Вибір напрямку та планування наукового дослідження

Формування наукової проблеми. Вибір тематики досліджень у галузі біомедичної інженерії. Визначення об'єкта, предмета, мети та завдань дослідження. Планування етапів науково-дослідної роботи.

Тема 4. Інформаційне забезпечення наукових досліджень

Пошук, накопичення та аналіз наукової інформації. Використання наукометричних баз даних, електронних бібліотек та патентної документації. Інформаційні ресурси у сфері біомедичної інженерії.

Тема 5. Теоретичні методи досліджень у біомедичній інженерії

Аналіз, синтез, узагальнення та моделювання. Математичне моделювання біомедичних процесів, систем і пристроїв. Використання комп'ютерних технологій у наукових дослідженнях.

Тема 6. Експериментальні дослідження біомедичних об'єктів та систем

Організація та проведення експерименту. Методи дослідження біомедичних сигналів, матеріалів, пристроїв та систем. Метрологічне забезпечення експериментальних досліджень.

Тема 7. Статистична обробка результатів досліджень

Основи біостатистики. Методи оцінювання похибок. Кореляційний, регресійний та дисперсійний аналіз. Оцінювання достовірності результатів біомедичних досліджень.

Тема 8. Оформлення результатів наукових досліджень

Структура наукової роботи. Підготовка звітів, тез доповідей, наукових статей та кваліфікаційних робіт. Вимоги до оформлення результатів досліджень.

Тема 9. Впровадження результатів наукових досліджень

Особливості впровадження результатів досліджень у сфері біомедичних технологій. Оцінювання ефективності наукових розробок. Захист інтелектуальної власності та патентування.

Тема 10. Організація роботи наукових колективів

Міждисциплінарний характер біомедичної інженерії. Взаємодія інженерів, лікарів, біологів та інших фахівців під час виконання наукових проєктів. Управління науковою діяльністю.

Тема 11. Наукова організація праці дослідника

Планування наукової діяльності. Організація інтелектуальної праці. Використання сучасних інформаційних технологій для підтримки наукових досліджень.

Тема 12. Академічна доброчесність та етика наукових досліджень

Принципи академічної доброчесності. Етичні аспекти проведення досліджень у галузі біомедичної інженерії. Захист персональних даних та відповідальність дослідника за результати наукової діяльності.

ІІІ. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ G22 «БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»

Форма проведення вступного іспиту зі спеціальності – письмова у вигляді тестових завдань.

Структура тестових завдань передбачає 6 тематичних блоків із вибором однієї правильної відповіді у кожному тестовому завданні (30 тестових завдань). Кожне тестове завдання оцінюється в один бал. Час на виконання - 120 хвилин.

За результатами вступного іспиту вступник отримує від 0 до 30 тестових балів, котрі переводяться в рейтингову оцінку від 100 до 200 балів відповідно до таблиці:

Кількість тестових балів	Рейтингова оцінка	Кількість тестових балів	Рейтингова оцінка
0-9	не склав	20	150
10	100	21	155
11	105	22	160
12	110	23	165
13	115	24	170
14	120	25	175
15	125	26	180
16	130	27	185
17	135	28	190
18	140	29	195
19	145	30	200

ІV. ОСКАРЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ G22 «БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»

Вступник має право на подання апеляції на результат вступного іспиту зі спеціальності, яка розглядається апеляційною комісією, склад та порядок роботи якої затверджуються наказом ректора. Апеляції подаються вступником особисто в письмовій формі не пізніше наступного дня після оголошення результатів вступного іспиту зі спеціальності.