



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



ПРИНЦИПИ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ID 1999

Шифр, назва спеціальності та освітній рівень	163 Біомедична інженерія (бакалавр)	Назва освітньої програми	Біоінформатика та реабілітаційна інженерія (2024)
Тип програми	Освітньо-професійна	Мова викладання	Українська
Факультет	Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії (ФПТ)	Кафедра	Каф. біотехнічних систем (БТ)

Викладач/викладачі

Яворський Богдан Іванович, д-р техн. наук, професор, професор, [профіль на порталі "Науковці ТНТУ"](#)

Загальна інформація про дисципліну

Мета курсу

Мета вивчення навчальної дисципліни: змістовне ознайомлення зі спеціальністю «Біомедична інженерія».

Узагальненим об'єктом діяльності інженера за такою спеціальністю є виробництво медичних – їх розроблення, виробництво, експлуатація, обслуговування і ремонт, сертифікація; обробка інформації у практичній охороні здоров'я і різних областях біомедичних досліджень; технічне обслуговування медичних технологій.

Для досягнення мети курсу його лекції базовано на концепції об'єктно орієнтованої інженерії на прикладі матеріалу життєвого циклу радіоелектронної техніки біомедичних технологій та проведенні спеціальних лекцій-екскурсій. При цьому, роль теоретичного контексту відіграють математичні моделі — прикладної, технічної та технологічних сторін біоінженерії. Для вироблення у здобувачів навиків перенесення знань отриманих під час навчання на різні, комплексні технічні бази та інформаційні технології охорони здоров'я використано об'єктно орієнтовану парадигму викладу лекцій.

Завдання навчальної дисципліни: на першій лекції з дисципліни в рамках об'єктно-орієнтованої парадигми подаються дані про функцію освіти, її структуру, ВНЗ тощо у Світі та Україні, роль та місце профільюючої кафедри, відомості про навчальну програму і робочі програми дисциплін, об'єм навантаження, особливості навчання здобувача. Для досягнення поставленої мети курсу в процесі викладення до здобувачів доводяться знання про: завдання медицини; роль та можливості техніки у вирішенні завдань медицини; розроблення медтехніки; конструювання медтехніки; виробництво та технології виробництва; експлуатація техніки при вирішенні завдань медицини.

Дисципліна "Принципи біомедичної інженерії" завершується навчальною практикою, яку здобувачі проходять після першого року навчання.

Формат курсу

Змішаний – курс, що передбачає лекції, лабораторні заняття та консультування для ефективного засвоєння матеріалу курсу та отримання практичних навичок з застосування отриманих знань. Для ефективної взаємодії зі здобувачами та організації самостійної роботи здобувачів розроблений електронний навчальний курс (ЕНК ID: 1999) у середовищі електронного навчання університету A-Tutor. У ЕНК є інформація про курс, про систему оцінювання, є необхідний теоретичний матеріал та вбудована система тестування як для самонавчання так і для контролю усіх видів знань.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів компетентностей:

Інтегральна компетентність.

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

– загальних:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей

Компетентності ОП	знань/видів економічної діяльності). ЗК14. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь яких інших проявів недоброчесності – спеціальних (фахових, предметних): СК1. Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем. СК3. Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем. СК4. Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації). СК6. Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг. СК9. Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами. СК10. Здатність застосовувати принципи побудови сучасних автоматизованих систем управління виробництвом медичних приладів, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення.
Програмні результати навчання з ОП	За результатами вивчення дисципліни здобувач повинен продемонструвати такі результати навчання: ПРН1. 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. ПРН8 Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою. ПРН9 Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення.
Обсяг курсу	Очна (денна) форма здобуття освіти: Кількість кредитів ECTS — 5; лекції — 32 год.; лабораторні заняття — 32 год.; самостійна робота — 86 год.; Заочна форма здобуття освіти: Кількість кредитів ECTS — 5; лекції — 8 год.; лабораторні заняття — 6 год.; самостійна робота — 136 год.;

Ознаки курсу	Рік навчання — 1; семестр — 1; Обов'язкова (для здобувачів інших ОП може бути вибірковою) дисципліна; кількість модулів — 2;
Форма контролю	Поточний контроль: тестування, захист лабораторних робіт Підсумковий контроль: екзамен
Компетентності та дисципліни, що є передумовою для вивчення	Достатньо базових знань шкільної програми та частини компетентностей і програмних результатів навчання набутих після курсів вищої математики, фізики, основ програмування, іноземної мови.
Матеріально-технічне та/або інформаційне забезпечення	Лекційні заняття: мультимедійний проектор Optima DAXSBG, екран для мультимедійних презентацій, персональний комп'ютер для мультимедійних презентацій на базі конфігурації Intel Celeron 430 / CPU 1.8 GHz/2Gb RAM (1 шт.) з доступом до мережі Інтернет. Лабораторні заняття: 1) комп'ютерна техніка: персональні комп'ютери на базі конфігурації AMD Ryzen 7 1700/3 GHz/8Gb RAM (4 шт) та персональні комп'ютери на базі конфігурації Intel Core i3-4170/3.7 GHz/4 Gb RAM (3 шт.). Усі персональні комп'ютери з доступом до мережі Інтернет; 2) програмне забезпечення: пакет програм Microsoft Office 365 (ліцензія ТНТУ, студентська ліцензія), Matlab (студентська версія).

СТРУКТУРА КУРСУ

Лекційний курс

Годин
ОФЗО ЗФЗО

Тема 1. Вступна лекція: Об'єктно-орієнтована парадигма (ООП) життєдіяльності. Об'єктно-орієнтована інженерія (ООІ). Класи, об'єкти, структури, функції, спадковість, інкапсуляція, поліморфізм біомедичної інженерії. Університет: науково-дослідна робота, навчально-лабораторний процес, публікації. Академічна доброчесність учасників освітнього процесу. Бакалавр, спеціаліст (інженер), магістр. Система дисциплін за спеціальністю "Біомедична інженерія".

2 0,5

Тема 2. ООІ біології та медицини. Біооб'єкти, їх характеристики та параметри. Середовище. Ресурси матеріальні, енергетичні, інформаційні. Адаптація, стабілізація, синхронізація, керування, оптимальність, існування біооб'єктів. Функції медицини (профілактика, діагностика, лікування, реабілітація. Принцип НАСА (неінвазивність, адаптивність, системність, антропологізм) у біомедтехніці. Радіоелектронна техніка у біології та медицині.

2 0,5

Тема 3. Біомедичні проблеми та задачі. Відбір даних від біооб'єкту. Їх аналіз, обробка, зберігання, передача. Медична телеметрія. Моніторинг стану біологічних об'єктів.

2 0,5

Тема 4. Представлення біомедичних даних та знань, їх характеристики і параметри. Математичні моделі біомедичних даних. Задачі, методи та алгоритми їх розв'язування. Засоби реалізації алгоритмів.

2 0,5

Тема 5. Науково-дослідна робота (НДР), дослідно-конструкторська робота (ДКР). Виробництво, технологія.

2 0,5

Тема 6. Представлення (графічне, текстове, мультимедійне) знань в біомедичній інженерії. Стандарти та їх роль. Інтернет та створення, передача, зберігання знань.

2 0,5

Тема 7. Результати діяльності інженера та захист прав власності. Винахід, відкриття, товарний знак. Ліцензії, патенти, публікації.

2 0,5

Тема 8. Екскурсія в лабораторії кафедри відбору, передачі, обробки, зберігання, біомедичних даних та комп'ютерного дизайну біомедичної техніки.

2 0,5

Тема 9. Матеріали, деталі та вузли, бази даних деталей та вузлів.

2 0,5

Тема 10. Метрологія, стандартизація та їх роль. Вимірювальна апаратура.

2 0,5

Теми занять, короткий
зміст

Тема 11. Експлуатація техніки, її регламент документальний супровід.	2	0,5
Тема 12. Техніка до клінічних досліджень, моніторингу, скринінгу Техніка клінічних досліджень Лабораторні дослідження.	2	0,5
Тема 13. Діагностична медтехніка, її характеристики та параметри.	2	0,5
Тема 14. Терапевтична медтехніка, її характеристики та параметри.	2	0,5
Тема 15. Реабілітаційні, профілактичні та інші апарати та системи.	2	0,5
Тема 16. Екскурсія у лабораторію медтехніки.	2	0,5
РАЗОМ:	32	8
Лабораторний практикум (теми)		
	Годин	ОФЗО ЗФЗО
Вступ. Інструктаж з техніки безпеки. Лабораторії кафедри.	4	1
Нормативна база ТНТУ	6	1
Медична техніка та медичне обладнання	6	1
Устаткування для комп'ютерного дизайну та проектування штучних біотехнічних об'єктів	6	1
Інформаційні технології в біомедичній інженерії	6	1
Підсумкове заняття.	4	1
РАЗОМ:	32	6

ІНШІ ВИДИ РОБІТ

Теми, короткий зміст

Підготовка до лабораторних занять

Опрацювання окремих розділів, які не виносяться на лекції:

1. Класи, об'єкти, структури, функції, спадковість, інкапсуляція, поліморфізм в біомедичній інженерії.
2. Радіоелектронна техніка у біології та медицині.
3. Моніторинг стану біологічних об'єктів.
4. Засоби реалізації алгоритмів
5. Виробництво, технологія.
6. Стандарти вищої освіти за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»
7. Структура та зміст патенту. Структура та зміст наукової статті.
8. Дані. База даних. Реляційна база даних.
9. CAD- засоби та використання.
10. Структура, функції, засоби Інтернету.
11. Нанотехнології в медицині.
12. Комп'ютерна техніка, AI.
13. Конвергенція біомедичної інженерії.
14. Методологія, метод, методика. Ієрархія їх еволюції.
15. Інформація. Визначення кількості інформації.
16. Техніка та медична етика.

Підготовка та складання екзамену, тестування:

Інформаційні джерела для вивчення курсу

Базова

1. Яворський Б.І. Введення у спеціальність „Біотехнічні та медичні апарати і системи“. Тернопіль, 2012. 79 с.

Допоміжна

2. Смердов А. Біомедична інженерна освіта в Україні / А. Смердов // Укр. журнал медичної техніки і технології, 1994, № 1,2, С. 5-10

3. Object-oriented Methods: Principles & Practice. Front Cover. Ian Graham, Alan O'Callaghan, Alan Cameron Wills. Addison-Wesley, 2001 - Computers - 832 pages

4. Object-oriented analysis and design with applications / Grady Booch...[et al.]. — 3rd ed.

5. Висоцька О. В. Вступ до фаху "Біомедична інженерія" : навч. посіб. / Олена Володимирівна Висоцька, Ганна Миколаївна Страшненко ; Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут". – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2021. – 95 с. : іл., табл.

6. Kutz M. Standard Handbook of Biomedical Engineering and Design/ McCRAW-HILL, 2003. 1127 p.

7. MBE_N1_for_Web.pdf (Перший номер журналу "Медична біоінженерія")

7. Азнакаєв, Е. Г. Біомедична інженерія : (фундаментальні та прикладні аспекти) : навч. посібник для ВНЗ. Київ, 2007. 389 с.

8. Bronzino J. Medical Devices and Systems: http://brainmaster.com/software/pubs/brain/The_Biomedical_Engineering_Handbook_.pdf.

9. Dyro J. The Clinical Engineering Handbook. - М. : Academic Press, 1st Edition, 2004. - 696 с. // http://www.unimasr.net/ums/upload/files/2011/May/UniMasr.com_14ab3dd34c5b89a8eedfe9a1f60900d8.pdf

10. Bronzino J. D. Biomedical Engineering Handbook / J. D. Bronzino. – USA, 2000. – 3189 с.

11. A Handbook for Clinical and Biomedical Engineers. Chapter 7 - The Role of Clinical Engineers in Hospitals:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012396961300007X>

12. Saltzman W.M. – Biomedical Engineering Brodging Medicine and Technology (2009): <https://do.ipk.kpi.ua/mod/resource/view.php?id=32281>

13. Kutz M. Standard Handbook of Biomedical Engineering and Design/ McCRAW-HILL, 2003. 1127 p.

14. Злепко С.М., Павлов С.В., Коваль Л.Г. та ін. Основи біомедичного радіоелектронного апаратобудування : навчальний посібник. Вінниця, 2011. 133 с.

15. Б.І. Яворський, Т.М. Рафа. Методи та засоби комп'ютерної реконструктивної томографії: Навчальний посібник. Тернопіль, 2010. 107 с.

16. Enderle J. D. Introduction to Biomedical Engineering / John D. Enderle., 2005. – 1118 с.

17. Naik G. Recent Advances in Biomedical Engineering / Ganesh Naik. – India, 2009. – 659 с.

18. Campolo D. New Developments in Biomedical Engineering / Domenico Campolo. – India, 2010. – 710 с.

19. J.D. Enderle, S.M. Blanchard, and J.D. Bronzino. Introduction to Biomedical Engineering. Elsevier, Amsterdam, second edition, 2005, 1118 pp.

20. Roger van den Hevel (KPMG in the US), Anuj Kapadia (KPMG in the US), Chris Stirling (KPMG in the UK), Jia Zhou(KPMG in China) Medical devices – 230 <https://do.ipk.kpi.ua/mod/resource/view.php?id=32286>

21. The European Medical Technology Industry – in figures 2019 <https://do.ipk.kpi.ua/mod/resource/view.php?id=32287>

22. Richard Kortum R. – Biomedical Engineering in Global Health (2009) <https://do.ipk.kpi.ua/mod/resource/view.php?id=32292>

23. УДК 616.1–616.7 АКТУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ В УКРАЇНІ Максименко В.Б., Білошицька О.К., Овчаренко Г.Р., Юр'єва К.О.,

<https://do.ipk.kpi.ua/mod/resource/view.php?id=32285>

24. ОГЛЯД СВІТОВОЇ ПРАКТИКИ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ЄДИНОГО МЕДИКО-ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ © Чабан О., Бойко О., 2013 <https://do.ipk.kpi.ua/mod/resource/view.php?id=32666>

Інформаційні ресурси

1. Положення про академічну доброчесність учасників освітнього процесу Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. URL: <https://docs.tntu.edu.ua/base/document?id=465>
2. Академічна доброчесність. URL: <https://naqa.gov.ua>
3. Principles of Biomedical Engineering
4. European Alliance for Medical and Biological Engineering & Science. URL: <https://eambes.org/mbe-education/>
5. Advance Medical Technology Association. URL: <http://www.advamed.org/memberportal>.
6. URL: International Union for Physical and Engineering Sciences in Medicine
7. URL: International Federation for Medical and Biological Engineering
8. URL: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society

Політики курсу

Політика контролю	Використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання: поточне опитування; тестування; виконання індивідуальних завдань та презентацій; оцінювання результатів виконаних самостійних робіт; бесіди та обговорення проблемних питань; дискусії; індивідуальні консультації; екзамен. Можливий ректорський контроль.
Політика щодо консультування	Консультації при вивченні дисципліни проводяться згідно затвердженого на кафедрі БТ. Консультування передбачено як очно, так і з використанням ресурсів електронного навчального курсу у середовищі електронного навчання університету.
Політика щодо перескладання	Здобувач має право на повторне складання модульного контролю з метою підвищення рейтингу протягом тижня після складання модульного контролю за графіком. Перескладання екзамену відбувається в терміни, визначені графіком освітнього процесу. Здобувач ВО має право на зарахування результатів навчання здобутих у неформальній чи інформальній освіті.
Політика щодо академічної доброчесності	При складанні усіх видів контролю у середовищі електронного навчання завжди активується система розпізнавання особи, що складає контроль. Усі лабораторні роботи у ЕНК перевіряються вбудованою системою Антиплагіат. При складанні усіх форм контролю забороняється списування, у тому числі з використанням сучасних інформаційних технологій.
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим компонентом освітнього процесу. За наявності поважних причин (наприклад, хвороба, особливі потреби, відрядження, сімейні обставини, участь у програмах академічної мобільності тощо) навчання може здійснюватися за індивідуальним графіком, погодженим з деканом факультету.

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Розподіл балів, які отримують студенти за курс

Модуль 1			Модуль 2			Підсумковий контроль		Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота			Теоретичний курс	Практичне завдання	100
Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота				
20	20		15	20		15	10	
№ лекції	Види робіт	К-ть балів	№ лекції	Види робіт	К-ть балів			
Тема 1-8	Лабораторна робота №1	10	Тема 9-16	Лабораторна робота №3	10			
	Лабораторна робота №2	10		Лабораторна робота №4	10			

Розподіл оцінок

Сума балів за навчальну діяльність	Шкала ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
82-89	B	Добре
75-81	C	Добре
67-74	D	Задовільно
60-66	E	Задовільно
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Затверджено рішенням кафедри БТ, протокол №1 від «27» серпня 2024 року.