Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра біомедичної інженерії

Біомедичні сенсорні системи

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	***перший (бакалаврський)рівень***
Галузь знань	*16 Хімічна та біоінженерія*
Спеціальність	*163 Біомедична інженерія*
Освітня програма	*Медична інженерія (Medical engineering)*
Статус дисципліни	*Вибіркова*
Форма навчання	*очна(денна)*
Рік підготовки, семестр	*3 курс, весінній семестр*
Обсяг дисципліни	*4 кредити (120 годин)*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Залік, МКР, Реферат*
Розклад занять	*26 год. – лекцій, 28 год. – практичних, 66 год. – самостійна робота*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: *доцент, к.т.н.,Богомолов Микола Федорович,* nbogom@yahoo.com; mfbogomolov@gmail/com; m.bogomolov@kpi.ua Практичні: *доцент, к.т.н.Богомолов Микола Федорович,* nbogom@yahoo.com; mfbogomolov@gmail/com; m.bogomolov@kpi.ua
Профіль викладача	**Лектор: http://intellect.bmi.fbmi.kpi.ua/profile/bmf**
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс в **Moodle: https://do.ipo.kpi.ua/user/index.php?id=5661**

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Мета дисципліни.

Основною метою навчальної дисципліни ***«Біомедичні сенсорні системи»*** є формування у студентів здатності обирати основні і допоміжні матеріали, методи та інструментальні засоби для реалізації технічних проєктів, застосовувати сучасні методи оптоелектроніки і способи моделювання при проєктуванні медичного обладнання та виробів медичного призначення; проводити експерименти за заданими технічними та медичними методиками, виконувати комп'ютерну і оптичну обробку, аналіз і синтез отриманих результатів оптоелектронних досліджень.

Методи навчання

Лекційні заняття проходять з використанням пояснювально- ілюстративного методу, методу проблемного викладу, інтерактивного методу під час лекційних занять, який використовується для встановлення діалогу з аудиторією.

Практичні заняття проходять з використанням:

1) Репродуктивного методу, завдяки якому студенти закріплюють вивчений теоретичний матеріал та навчаються використовувати його в конкретних наукових задачах.

2) Частково-пошукового, або евристичного методу, який навчає пошуку вірних шляхів та методів розв'язування задач.

3) Інтерактивного методу, який використовується під час практичних занять для залучення студентів у процеси розв'язання задач та теоретичні факти, які для цього використовуються. Презентація та обговорення одержаних результатів передбачає використання проблемного та інтерактивного методів навчання.

Здобувачі самостійно вивчають літературу, програмні засоби проєктування медичних приладів та систем, медичних систем моніторингу і прогнозування, систем інтернет-метрології та приладів для діагностики. Для оригінальних рішень навчальна робота може перерости в наукове дослідження.

Програмні компетентності

Інтегральна компетентність

ІК	***Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог***

Вивчення освітнього компоненту посилює наступні загальні компетентності:

ЗК 01	***Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. (Підсилення).***
ЗК 02	***Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (Підсилення).***
ЗК 04	***Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (Підсилення).***
ЗК 13	***Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя (Підсилення).***
	Здатність оцінювати та забезпечувати якість підготовки з питань сучасних біомедичних сенсорів.
	Здатність генерувати нові ідеї (креативність) при виконанні практичних робіт з питань проектування біосенсорів.
	Здатність приймати обґрунтовані рішення при проектуванні сучаснсних біомедичних сенсорних систем.

Вивчення освітнього компоненту посилює наступні спеціальні (фахові) компетентності:

ФК 02	***Здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання (Підсилення).***

ФК 07	***Здатність планувати, проєктувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах (Підсилення).***
ФК 12	***Здатність забезпечувати та контролювати дотримання безпеки та біомедичної етики при роботі з медичним обладнанням (Підсилення).***
	Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики біосенсорних медичних систем і засобів, що використовують сучасні досягнення в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації).
	Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування сучасних біомедичних сенсорних систем та живих організмів.

Вивчення освітнього компоненту посилює наступні програмні результати навчання:

ПРН 03	***Управляти комплексними діями або проєктами, нести відповідальність за прийняття інженерних рішень у непередбачуваних умовах, проводити техніко-економічну та безпекову оцінку проєктів. (Підсилення).***
ПРН 07	***Здійснювати інженерний супровід, сервісне та інше технічне обслуговування при експлуатації лабораторно-аналітичної техніки, медичних діагностичних і терапевтичних комплексів та систем відповідно до правил, які встановлені технічною документацією та нормативними документами, що регламентують порядок введення в експлуатацію, застосування та ремонт медичного обладнання, а також оформляти типову документацію за видами робіт згідно з Технічним регламентом щодо медичних виробів. (Підсилення).***
ПРН 10	***Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати медико-технічні та біоінженерні системи і процеси (Підсилення).***
ПРН 13	***Вміти аналізувати сигнали, які передаються від органів на прилади, та проводити обробку діагностичної інформації (сигнали та зображення) (Підсилення).***
ПРН 22	***Знання загальних відомостей та принципів будови складних біологічних систем, у тому числі, організму людини, про організм людини і його функції з позицій системного підходу та використання їх в біомедичній інженерії, а також основних методів і засобів, які використовуються для кількісної оцінки функціонування фізіологічних систем (Підсилення).***

ПРН 23	***Розроблення та впровадження сучасних діагностичних та лікувальних методів, які пов'язані з використанням біотехнологій, комп'ютерних і нанотехнологій за рахунок вдосконалення технічних елементів медичних приладів і систем та виробів медичного призначення в процесі професійної діяльності. (Підсилення).***
ПРН 24	***Вміти врахувати історичні, соціальні, екологічні, етичні, правові, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень з урахуванням зміцнення та збереження особистого та громадського здоров'я. (Підсилення).***
	Знання принципів розвитку і сучасних проблем створення біосенсорних наноелектронних діагностичних систем і впровадження результатів досліджень в медичну практику
	Формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендацій щодо оцінки, експлуатації та впровадженні сучасних біомедичних сенсорних систем.
	Застосовувати положення нормативно-технічних документів, що регламентують порядок проведення сертифікації сучасних біосенсорів, атестації їх виробництва.
	Вміти використовувати бази даних, математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання сучасних біомедичних сенсорних систем.
	Знання методів дослідження об'єктів, аналізу і обробки експериментальних даних при дослідженні сучасних біомедичних сенсорних систем.
	Володіння сучасними методами перевірки на експериментальну цілісність і працездатність сучасних біомедичних сенсорних систем та визначення їх характеристик.

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

Предмет дисципліни.

Навчальна дисципліна ***«Біомедичні сенсорні системи»*** належить до циклу вибіркових навчальних дисциплін фахової підготовки фахівця зі спеціальності **163 «Біомедична інженерія»** за спеціалізацією **«Медична інженерія»** першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ступеня бакалавра, який забезпечує процес навчання і підготовку фахівців з вищою освітою з знанням основних сучасних лабораторних методів дослідження захворювань людини, які застосовуються в лабораторній аналітичній техніці, що дозволить проектувати та експлуатувати високоефективні діагностичні оптоелектронні прилади , виконувати їх ремонт та обслуговування, проводити наукові дослідження впливу різних шкідливих зовнішніх

факторів на організм людини. Практична частина спрямована на безпосереднє ознайомлення з медичними діагностичними технологіями і відповідною сучасною медичною технікою безпосередньо в лікувальних закладах: науково-аналітичний огляд, проєктування, конструювання, дослідження, випробування, експлуатація і технічна експертиза, інженерно-інформаційний супровід лабораторної аналітичної техніки і технологій, комп'ютерна обробка експериментальної медичної інформації і сигналів для ідентифікації наявності патологічних зон, органів та тканин.

Силабус навчальної дисципліни ***«Біомедичні сенсорні системи»*** розроблений на основі принципу конструктивного вирівнювання, що дозволяє передбачити необхідні навчальні завдання та активності, які потрібні студентам для досягнення очікуваних результатів навчання на основі сучасної стратегії взаємодії викладача та студента в електронному просторі з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок, а потім спроектувати навчальний досвід таким чином, щоб максимально збільшити можливості студентів досягти бажаних результатів. Для виконання кожного наступного завдання студентам необхідно застосовувати навички та знання, отримані у попередньому. Особлива увага приділяється принципу заохочення студентів до активного навчання, у відповідності з яким студенти мають працювати над практичними тематичними завданнями, які дозволять в подальшому вирішувати реальні проблеми та завдання.

Під час навчання застосовуються:

- методи навчання: комунікативний, проблемно-пошуковий, дослідницький, пояснювально-демонстраційний, частково-пошуковий, метод навчальних проєктів;
- здійснюються: лекційні курси, семінари та практичні заняття, комп'ютерні практикуми та лабораторні роботи, курсові проєкти, консультації, самостійна підготовка у бібліотечних фондах, використання Інтернет-ресурсів, застосування інформаційно-комунікаційних технологій (e-learning, онлайн-лекції, дистанційні курси), виконання кваліфікаційної дипломної роботи бакалавра;
- стратегії активного і колективного навчання;
- особистісно-орієнтовані розвиваючі технології, засновані на активних формах і методах навчання (командна робота (**team-based learning**), парна робота (**think-pair-share**), метод мозкового штурму, метод кейс-стаді, ділові ігри, дискусія тощо);
- евристичні методи (методи створення ідей, методи вирішення творчих завдань, методи активізації творчого мислення);
- метод проблемно-орієнтованого навчання.

Для більш ефективної комунікації з метою розуміння структури навчальної дисципліни та засвоєння матеріалу використовується електронна пошта та месенджер **WhatsApp**, **Skype**, платформа **https://do.ipo.kpi.ua** за допомогою якої:

- спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється надання зворотного зв'язку студентам стосовно навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, графіку виконання навчальних завдань та оцінювання студентів.

Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань

типу **ZOOM** і **Cisco Webex Meetings**, а також обладнання (проектор та електронні презентації для лекційних та практичних занять).

Програмні результати навчання:

В результаті вивчення навчальної дисципліни ***«Біомедичні сенсорні системи»*** студенти зможуть:

1. Обирати основні і допоміжні матеріали, методи та інструментальні засоби для реалізації технічних проєктів, застосовувати сучасні методи і способи моделювання при проектуванні медичного обладнання та виробів медичного призначення.
2. Використовувати методи та засоби кількісної оцінки функціонування фізіологічних систем в практичній інженерній діяльності.
3. Втілювати у життя сучасні діагностичні та лікувальні методи, пов'язані з використанням біотехнологій, комп'ютерних і нанотехнологій.
4. Проводити експерименти за заданими технічними та медичними методиками, виконувати комп'ютерну обробку, аналіз і синтез отриманих результатів
5. Втілювати у життя сучасні діагностичні та лікувальні методи, пов'язані з використанням біотехнологій, комп'ютерних і нанотехнологій.
6. Удосконалювати технічні елементи медичних приладів і систем та виробів медичного призначення в процесі професійної діяльності.
7. Застосовувати методи і засоби прогнозування та моделювання для вивчення поведінки та властивостей біологічних систем.
8. Працювати з інформацією: знаходити, оцінювати й використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для рішення наукових і професійних завдань

Відповідність результатів навчання до компетентностей у Стандарті вищої освіти можна переглянути **у Додатку 2 «Програмні результати навчання (розширена форма)».**

Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна ***«Біомедичні сенсорні системи»*** має міждисциплінарний характер. Вона інтегрує відповідно до свого предмету знання з інших освітніх і наукових галузей, в структурно-логічної схемі програми підготовки фахівця забезпечує наступні навчальні дисципліни та кредитні модулі: 1). Математичне моделювання і симуляція біомедичних систем; 2).Моделювання біофізичних систем і процесів у медицині; 3). Математичні методи оптимізації біомедичних сигналів і зображень; 4). Методи ідентифікації, обробки і оптимізації медичної інформації; 5).Кількісна фізіологія; 6).Інструментальні методи діагностики здоров'я людини, а також дисциплінами блоку мовно-практичної підготовки.

Дисципліна ***«Біомедичні сенсорні системи»*** є основою для підготовки бакалаврських дипломних робіт (проєктів, магістерських дисертацій) за спеціальністю та в подальшій практичній роботі за фахом.

Необхідні навички:

1. Знання і уміння користуватись **Microsoft Word**, **Microsoft PowerPoint**.
2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу новітніх технологій з використання сучасних оптоелектронних діагностичних методик, медичних протоколів та діагностичних пристроїв.
3. Здатність до пошуку, оброблення , аналізу науково-технічної інформації з різних джерел для оптимального використання та реалізації медико-технічних вимог зі застосування сучасних медичних технологій оптоелектронної діагностики та лікування.
4. Знання іноземної мови.

5. Здатність працювати в команді однодумців і фахівців з сучасних оптоелектронних і лазерних галузей знань і лабораторно-дослідницьких технологій.
6. Здатність працювати в міжнародному контексті для участі у всебічній апробації і рекламуванні досягнень науково-дослідних робіт з впровадження сучасних фізіотерапевтичних технологій лікування.
7. Здатність аналізувати складні медико-інженерні і біоінженерні проблеми та задачі, здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних статистичних математичних методів та мікрокомп'ютерних інформаційних технологій при використанні оптоелектронних лабораторних пристроїв.
8. Здатність досліджувати біологічні і технічні аспекти функціонування та взаємодії штучних біологічних нейронних мереж і оптоелектронних біотехнічних систем.

2. Зміст навчальної дисципліни *«Біомедичні сенсорні системи»*

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1.	Основні математичні співвідношення і особливості розрахунків при реєстрації біофізичних сигналів людини. Вміти робити аналіз сигналів, які передаються від органів на прилади.	ПРН 3, ПРН 7, ПРН 10, ПРН 13, ПРН 22, ПРН 23, ПРН 24	Практична робота 1-2	1-2-ий тиждень
2.	Особливості лікувально-діагностичних комплексів. Особливості обробки діагностичної інформації.	ПРН 3, ПРН 7, ПРН 10, ПРН 13, ПРН 22, ПРН 23, ПРН 24	Практична робота 3-4	3-4-ий тиждень
3.	Особливості біосигналів людини	ПРН 3, ПРН 7, ПРН 10, ПРН 13, ПРН 22, ПРН 23, ПРН 24	Практична робота 5-8	5-6 тиждень
4.	Основні функціональні сигнали, які передаються від органів на прилади.	ПРН 3, ПРН 7, ПРН 10, ПРН 13, ПРН 22, ПРН 23, ПРН 24	Практична робота 9-10	7-8 тиждень
5.	Біофізичний механізм виникнення біопотенціалів у збуджуваних клітинах. Моделювання функціонування сучасних біомедичних сенсорних	ПРН 3, ПРН 7, ПРН 10, ПРН 13, ПРН 22, ПРН 23, ПРН 24	Реферат	9-10 тиждень

	систем та живих організмів.			
6.	Особливості біомедичних сенсорних систем для кардіологічних досліджень	ПРН 3, ПРН 7, ПРН 10, ПРН 13, ПРН 22, ПРН 23, ПРН 24	Практична робота 11-14	11-12 тиждень
7.	Основні поняття вимірювальних перетворювачів. Комп'ютерна обробка, аналіз і синтез отриманих результатів.	ПРН 3, ПРН 7, ПРН 10, ПРН 13, ПРН 22, ПРН 23, ПРН 24	Практична робота 15-18	13тиждень
8.	Метрологічні характеристики вимірювальних біомедичних перетворювачів. Моделюваннія функціонування сучасних біомедичних сенсорних систем та живих організмів.	ПРН 3, ПРН 7, ПРН 10, ПРН 13, ПРН 22, ПРН 23, ПРН 24	Модульна контрольна робота	14 тиждень
9.	Схеми тензорезистивного та волоконно-оптичного tip-перетворювачів тиску крові. Перетворювачі біомеханічних та біоакустичних величин	ПРН 3, ПРН 7, ПРН 10, ПРН 13, ПРН 22, ПРН 23, ПРН 24	Залік	*За розкладом сесії*

3. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Сучасні оптоелектронні діагностичні прилади [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Медична інженерія» спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. М. Ф. Богомолов, В. Б. Максименко, В. В. Шликов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл 4,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. – 125 с.
2. Богомолов М., Орець Є. "Багатофункціональний стимулятор біологічно активних точок"/In: LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of Dodo Books Indian Ocean Ltd., member of the OmniScriptum S.R.L Publishing group, str. A.Russo 15, of. 61, Chisinau-2068, Republic of Moldova Europe. 2021, ISBN: 978-620-3-93050-4. 69 p.
3. Богомолов М., ДанилецьМ.. "Універсальний мультихвильовий лазерний комплекс для офтальмології /In: LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of Dodo Books Indian Ocean Ltd., member of the OmniScriptum S.R.L Publishing group, str. A.Russo 15, of. 61, Chisinau-2068, Republic of Moldova Europe. 2021, ISBN: 978-620-3-93050-1. 65 p.

Додаткова література *(електроні ресурси):*

1. В. Вуйцік, І. Шедрєєва, О. В. Осадчук, Т. Б. Мартинюк, і О. В. Мозговий, «Застосування оптичних волоконних сенсорів для контролю температурних режимів в апаратурі медичного призначення», Вісник ВПІ, вип. 1, с. 121–127, Лют. 2025.
URL: https://doi.org/10.31649/1997-9266-2025-178-1-121-127 (дата звернення: 06.04.25).
2. Yimin Luo, Shijia Chen, Cheng Wang. Design and evaluation of FBG-based vascular shape reconstruction sensors through animal experiments. 2025, 117769, ISSN 0263-2241.
URL: https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.117769.
3. Katrenova Z., Alisherov S., Abdol T., Molardi C., Status and future development of distributed optical fiber sensors for biomedical applications, February 2024. Sensing and Bio-Sensing Research, vol. 43.
URL: https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2023.100616 (дата звернення: 06.04.25).
4. Zhanerke Katrenova, Shakhrizat Alisherov. Status and future development of distributed optical fiber sensors for biomedical applications, Sensing and Bio-Sensing Research, Vol. 43. 2024.
URL: https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2023.100616
5. Yu K, Chen W, Deng D, Wu Q, Hao J. Advancements in Battery Monitoring: Harnessing Fiber Grating Sensors for Enhanced Performance and Reliability. *Sensors*. 2024; 24(7):2057.
URL: https://doi.org/10.3390/s24072057
6. Gangwar, R.K.; Kumari, S.; Pathak, A.K.; Gutlapalli, S.D.; Meena, M.C. Application of Optical Fibers in Temperature Monitoring. Encyclopedia, 2023.
URL: https://encyclopedia.pub/entry/41649 (дата звернення: 06.04.25).
7. Mulindi, J. Basics of Biomedical Instrumentation Systems. May 2020. https://www.biomedicalinstrumentationsystems.com/optical-fiber-sensors-and-their-applications-in-medical-field/ (дата звернення: 06.04.25).
8. Roriz P, Silva S, Frazão O, Novais S. Optical Fiber Temperature Sensors and Their Biomedical Applications. Sensors (Basel). 2020.
URL: doi: 10.3390/s20072113.
9. G. Palumbo, D. Tosi, A. Iadicicco and S. Campopiano, "Analysis and Design of Chirped Fiber Bragg Grating for Temperature Sensing for Possible Biomedical Applications," in *IEEE Photonics Journal*, vol. 10. June 2018.
URL: doi: 10.1109/JPHOT.2018.2829623.
10. Carotenuto B, Ricciardi A, Micco A, Amorizzo E, Mercieri M, Cutolo A, Cusano A. Smart Optical Catheters for Epidurals. *Sensors*. 2018.
URL: https://doi.org/10.3390/s18072101
11. Schena, E.; Tosi, D.; Saccomandi, P.; Lewis, E.; Kim, T. Fiber Optic Sensors for Temperature Monitoring during Thermal Treatments: An Overview. Sensors 2016.
URL: https://doi.org/10.3390/s16071144 (дата звернення: 06.04.25).
12. Sven Poeggel, Dineshbabu Duraibabu. Recent Improvement of Medical Optical Fibre Pressure and Temperature Sensors. Biosensors 2015.
URL: doi:10.3390/bios5030432
13. Sven Poeggel, Daniele Tosi. Optical Fibre Pressure Sensors in Medical Applications. Sensors 2015.
URL: doi:10.3390/s150717115
14. Rogers, J., Lagally, M. & Nuzzo, R. Synthesis, assembly and applications of semiconductor nanomembranes. Nature 477, 45–53 (2011). https://www.researchgate.net/publication/51610868_Synthesis_assembly_and_applications_of_semiconductor_nanomembranes
15. Yoon J., Jo S., Chun I. S., Jung I., Kim H.-S., Meitl M., Menard E., Li X., Coleman J. J., Paik U., Rogers J. A. GaAs photovoltaics and optoelectronics using releasable multilayer epitaxial assemblies // Nature. — 2010. — Vol. 465. — P. 329–333. — DOI: https://rogersgroup.northwestern.edu/files/2010/naturegaas.pdf

16. Yoon J., Lee S.-M., Kang D., Meitl M.A., Bower C.A., Rogers J.A. Heterogeneously Integrated Optoelectronic Devices Enabled by Micro-Transfer Printing // Advanced Optical Materials. — 2015. — Vol. 3(9). — P. 1313–1335. DOI: https://nano.ustc.edu.cn/_upload/article/files/16/0a/e4e205af463c9bb2576 4dd8b0d2b/e1dfc347-3dc9-4426-baeb-346ec552e37c.pdf
17. Chiang C.-H., Won S.M., Orsborn A.L., Yu K.J., Viventi J. et al. Development of a neural interface for high-definition, long-term recording in rodents and nonhuman primates // Science Translational Medicine. — 2020. — Vol. 12(538). — DOI: https://www.science.org/doi/10.1126/scitranslmed.aay4682
18. Wei S., Jiang A., Sun H., Zhu J., Jia S. et al. Shape-changing electrode array for minimally invasive large-scale intracranial brain activity mapping // Nature Communications. — 2024. — Vol. 15, Article No. 715. DOI: https://www.nature.com/articles/s41467-024-44805-2
19. Park S.-I., Xiong Y. Printed Assemblies of Inorganic Light-Emitting Diodes for Deformable and Semitransparent Displays // Science. — 2009. — Vol. 325(5943). — P. 977–981. DOI: https://www.researchgate.net/publication/26756804_Printed _Assemblies_of_Inorganic_Light-Emitting_Diodes_for_Deformable_and_Semitransparent_Displays
20. MicroLED-Info. Apple - microLED status [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.microled-info.com/apple?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 02.06.2025)
21. Wikipedia. Karl Deisseroth [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Karl_Deisseroth (дата звернення: 02.06.2025)
22. John A. Rogers - "Soft bioelectronic systems as neural interfaces" [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=E7MiJbKG N7s&t=1817s (дата звернення: 02.06.2025)
23. Injectable, Cellular-Scale Optoelectronics with Applications for Wireless Optogenetics Tae-il Kim Science et al. 340 , 211 (2013); DOI: https://rogersgroup.northwestern.edu/files/2013/injectable.pdf
24. Neurolux Publications. [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: http://www.neurolux.org/ (дата звернення: 20.05.2025).
25. Burton A., Obaid S. N., Vázquez-Guardado A. Wireless, battery-free subdermally implantable photometry systems for chronic recording of neural dynamics [Електронний ресурс] / A. Burton, S. N. Obaid, A. Vázquez-Guardado // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS). – February 11, 2020. – 11 p. – [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: https://www.neurolux.org/wp-content/uploads/2020/05/17.2020-PNAS.pdf (дата звернення: 20.05.2025).

Інформаційні ресурси

1. http://info-library.com.ua/books-text-4072.html.
2. http://www.twirpx.com.
3. Електронний кампус. Викладач М.Ф.Богомолов.
4. http://info-library.com.ua/books-text-4072.html.
5. http://www.twirpx.com.
6. http://ela.kpi/handle/123456789/7739 .
7. http://info-library.com.ua/books-text-4072.html .
8. http://ela.kpi/handle/123456789/11560.
9. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16554.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента) *«Біомедичні сенсорні системи»*

Інформація (за розділами, темами) про всі навчальні заняття *(лекції, практичні, семінарські):*

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Всього	у тому числі				
		Лекції	Практичні (семінарські)	Комп'ютерні практикуми	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Основні математичні співвідношення і особливості розрахунків при реєстрації біофізичних сигналів людини.						
Тема 1.1. Особливості оптоелектронних методів біомедичних досліджень.	10	4				6
Тема 1.2. Основні математичні співвідношення і особливості розрахунків при реєстрації біофізичних сигналів людини.	10	2	2			6
Тема 1.3. . Фотодинамічний ефект ендогенного сенсибілізатора. Взаємодія оптичного випромінювання з біооб'єктами.	10	2	2			6
Тема 1.4. Оптичні методи в лабораторній діагностиці.	12	6	4			2
Тема 1.5. Особливості лікувально-діагностичних комплексів	3					3
Разом за розділом 1	**45**	**14**	**8**			**23**
Розділ 2. Метрологічні характеристики вимірювальних біомедичних перетворювачів						
Тема 2.1 Біофізичний механізм виникнення біопотенціалів у збуджуваних клітинах.	10	2	4			4
Тема 2.2. Основні оптичні схеми вимірювання характристик волоконно-оптичних передавальних трактів біомедичної інформації.	7	1	2			4

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Всього	у тому числі				
		Лекції	Практичні (семінарські)	Комп'ютерні практикуми	Лабораторні	СРС
Тема 2.3. Оптоелектронна схема медичного інтерферометричного оптоелектронного аналізатора біооб'єктів	5	1	2			2
Тема 2.4. Особливості біомедичних сенсорних систем для кардіологічних досліджень	14	2	2			10
Тема 2.5. Оптоелектронна схема медичного інтерферометричного аналізатора біооб'єктів	12	2	2			8
Тема 2.6. Основні поняття вимірювальних перетворювачів.	12	2	2			8
Тема 2.7 Схеми тензорезистивного та волоконно-оптичного tip-перетворювачів тиску крові. Перетворювачі біомеханічних та біоакустичних величин.	10	2	4			4
Разом за розділом 2	**70**	**12**	**18**			**40**
Модульна контрольна робота	5		2			3
Всього годин	**120**	**26**	**28**	**–**		**66**

Рекомендації щодо засвоєння навчальних занять *(у формі деталізованого опису кожного заняття та запланованої роботи):*

Лекційні заняття

Перелік дидактичних засобів на лекції: Конспект лекцій, проекційне мультимедійне обладнання; презентація Power Point.

№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кільк.

з/п	(*перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу*)	годин
1	**Основні математичні співвідношення і особливості розрахунків при реєстрації біофізичних сигналів людини.** Основні переваги застосування оптоелектронних методів і приладів для діагностування захворювань людини.. Основна мета застосування систем діагностичних оптоелектронних пристроїв та біомедичної апаратури. Технічні засоби, параметри і характеристики систем автоматичного проектування біомедичної апаратури. Основні принципи створення систем автоматичного проектування біомедичної апаратури. **Перелік дидактичних засобів:** Конспект лекцій; проекційне мультимедійне обладнання; презентація Power Point. **Завдання на СРС:** 1. Повторити матеріал лекції, підготуватись до практичного заняття по даним розділам, опрацювання літературних джерел[3,С.34-78;5,С.26-52;7,С.47-59].	4
2	**Особливості лікувально-діагностичних комплексів.** Принцип фото динамічного впливу та стимуляції форменних елементів крові людини. Принципи комплектності, розвитку, сумісності, стандартизації та інвентаризації, включення і накопичення досвіду. Математичне формулювання задачі проектування біомедичної апаратури, вибір чисельних методів рвшення, розробку алгоритму проектування, математичних моделей і методів. **Перелік дидактичних засобів:** Конспект лекцій; проекційне мультимедійне обладнання; презентація Power Point. **Завдання на СРС:** 1. Повторити матеріал лекції, підготуватись до практичного заняття по даним розділам, опрацювання літературних джерел[2, С.19-25; 3, С. 41-53; 4,С. 10-17.].	2
3	**Біофізичний механізм виникнення біопотенціалів у збуджуваних клітинах** Будова і принцип дії гелій-неонових, аргонових та молекулярних лазерів. Електричні та оптичні характеристики напівпровідникових лазерних діодів. Фізичні основи формування інверсійного стану активної речовини для газового середовища і напівпровідникового кристалу. Структурні схеми сучасних атомарних, іонних та молекулярних лазерів. Енергетичні діаграми активного газового середовища і напівпровідників. Енергетична схема виродженого напівпровідника. Галузі застосування, оптичні схеми квантових приладів у сучасних оптично-електронних вимірювальних системах. Математичні рівняння опису інверсійного стану активної речовини, модель і розрахунок оптичних схем сучасних оптоелектронних пристроїв.. **Перелік дидактичних засобів:** Конспект лекцій; проекційне мультимедійне обладнання; презентація Power Point. **Завдання на СРС:** 1. Повторити матеріал лекції, підготуватись до практичного заняття по даним розділам, опрацювання літературних джерел[4,С.34-58;7,С.26-47;9,С.38-51.].	3
4	**Основні поняття вимірювальних перетворювачів.** Основні характеристики волоконних світловодів. Способи вимірювання числової апертури світловодів. Дисперсія світловодів, основні типи та схеми вимірювання. Механізми загасання випромінювання у світловодах,	2

	методи і сучасні прилади вимірювання втрат у оптичних трактах.. Розбірні і нерозбірні з'єднувачі волоконних світловодів. Методи контролю та вимірювання параметрів поширення випромінювання в оптичних кабелях при проектуванні сучасних телекомунікаційних систем. **Перелік дидактичних засобів:** Конспект лекцій; проекційне мультимедійне обладнання; презентація Power Point. **Завдання на СРС:** 1. Повторити матеріал лекції, підготуватись до практичного заняття по даним розділам, опрацювання літературних джерел[4, С. 28-43; 6, С.37-51; 9, С.48-62.].	
5	**Оптоелектронна схема медичного інтерферометричного оптоелектронного аналізатора біооб'єктів.** Розрахунок технічних характеристик джерела випромінювання волоконно-оптичних медичних систем. Мінімально допустима потужність випромінювання на вході фотоприймача. Швидкість передавання корисної інформації. Втрати потужності випромінювання через упакування волоконних світловодів. Розрахунок основних втрат потужності випромінювання у волоконно-оптичних трактах. **Перелік дидактичних засобів:** Конспект лекцій; проекційне мультимедійне обладнання; презентація Power Point. **Завдання на СРС:** 1. Повторити матеріал лекції, підготуватись до практичного заняття по даним розділам, опрацювання літературних джерел[2, С.25-38; 7, С.46-53; 9, С.67-81.].	**3**
6	**Сучасні оптико-електронні діагностичні медичні вимірювальні пристрої, інтерферометри, спектрофотометри та волоконно-оптичні давачі.** Особливості об'єктно-орієнтованих методів проектування біомедичної апаратури. Волоконно-оптичні перетворювачі з фазовою модуляцією. Основні сучасні оптичні схеми інтерферометрів Маха-Цендера і Майкельсона. Лазерні волоконно-оптичні допплеровські вимірювачі швидкості диференційного і гетеродинного типів. Волоконно-оптичні гіроскопи. Волоконно-оптичні перетворювачі для вимірювання магнітних та електричних полів, температури, вібраційних навантажень, мікропереміщень об'єктів, мікрострумів біологічних сигналів. **Перелік дидактичних засобів:** Конспект лекцій; проекційне мультимедійне обладнання; презентація Power Point. **Завдання на СРС:** 1. Повторити матеріал лекції, підготуватись до практичного заняття по даним розділам, опрацювання літературних джерел[2, С.15-28;8,С.25-47;10,С.44-57.].	**3**
7	**Оптоелектронна схема медичного інтерферометричного аналізатора біооб'єктів** Особливості конструктивної ієрархії біомедичної апаратури, конструкції другого рівня складності, блочні каркаси. Планарні оптичні хвильоводи. Методи узгодження оптичних інтегральних схем з волоконними світловодами та джерелами випромінювання. Активні пристрої інтегральної оптики. Електрооптичні модулятори і дефлектори. Напівпровідникові фотодетектори. Оптоелектронні інтегральні схеми. Інтегрально-оптичні пристрої для систем передавання і обробляння інформації. Інтегрально-оптичні	**3**

	генератори, помножувачі, перемикачі, змішувачі, корелятори сигналів. Вплив зовнішніх дестабілізуючих механічних і кліматичних чинників. Характеристик систем віброударомiцності і температурної стабілізації роботи біомедичної апаратури. **Перелік дидактичних засобів:** Конспект лекцій; проекційне мультимедійне обладнання; презентація Power Point. **Завдання на СРС:** 1. Повторити матеріал лекції, підготуватись до практичного заняття по даним розділам, опрацювання літературних джерел[4,С.23-34;6,С.33-49;8,С.87-101].	
8	**Абсорбційні оптоелектронні методи дослідження біооб'єктів.** Волоконно-оптичні вимірювачі індикатриси розсіяного випромінювання пр взаємодії лазерного проміння з біологічними об'єктами. Основні оптичні схеми волоконно-оптичних вимірювачів з використанням сучасних волоконно-оптичних одномодових трактів зі збереженням поляризації лазерного випромінювання.. **Перелік дидактичних засобів:** Конспект лекцій; проекційне мультимедійне обладнання; презентація Power Point. **Завдання на СРС:** 1. Повторити матеріал лекції, підготуватись до практичного заняття по даним розділам, опрацювання літературних джерел[10,С.63-84;11,С.53-69;12,С.67-19.].	**3**
9	**Схеми тензорезистивного та волоконно-оптичного tip-перетворювачів тиску крові. Перетворювачі біомеханічних та біоакустичних величин.** Волоконно-оптичні перетворювачі для вимірювання комбінаціонного лазерного випромінювання. Основні характеристики волоконно-оптичних модулів і систем для сучасних вимірювачів в медичних діагностичних системах. Особливості проектування конструкцій приладів біомедичного призначення і підготовка необхідної технологічної документації для впровадження у виробництво за допомогою системи проектування Solid Works Simulation. **Перелік дидактичних засобів:** Конспект лекцій; проекційне мультимедійне обладнання; презентація Power Point. **Завдання на СРС:** 1. Повторити матеріал лекції, підготуватись до практичного заняття по даним розділам, опрацювання літературних джерел[10,С.73-94;11,С.63-89;12,С.97-105.].	**3**
Всього		**26**

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: закріплення на практиці основних положень навчальної дисципліни ***«Біомедичні сенсорні системи»*** шляхом виконання спеціально сформульованих завдань і реальних схемотехнічних варіантів конструювання друкованих модулів і вузлів біомедичної апаратури, яка реально проєктується у магістерських роботах студентів. Практичне заняття включає проведення контролю знань, вмінь та навичок, розв'язання реальних задач проєктування біомедичної апаратури з їх обговоренням, вирішення контрольних завдань, їх перевірка та оцінювання.

Оцінки, одержані студентом за окремі практичні заняття вносяться до журналу занять навчальної групи та враховуються при визначенні підсумкової оцінки (рейтингу) з даної навчальної дисципліни.

№ з/п	Назва теми заняття	Кільк. годин
1	Взаємодія оптоелектронного випромінювання з середніми та великими частинками.	**4**
2	Особливості розсіяння оптоелектронного випромінювання від форменних елементів крові..	**4**
3	Комп‘ютерне моделювання процесів взаємодії оптоелектронного випромінювання з форменними елементами крові.	**4**
4	Комп‘ютерні методи обробки спекл-структури оптоелектронного випромінювання, розсіянного мікробіооб'єктами.	**4**
5	Визначення параметрів рідинного середовища крові за допомогою індикатриси розсіяння оптоелектронного випромінювання.	**4**
6	Енергетичні та фазові характеристики оптоелектронного випромінювання, розсіяного сферичними мікробіочастинками.	**4**
7	Просторова та часова когерентність оптоелектронного випромінювання. Схеми вимірювання.	**2**
8	Особливості інтерференції та дифракції оптоелектронного випромінювання. Сучасні методи та пристрої обробки біомедичної діагностичної інформації.	**2**
Всього		**28**

Лабораторні заняття - відсутні

Індивідуальні завдання

З даного кредитного модуля заплановано індивідуальне завдання у формі - ***Реферату***

Основні цілі індивідуального завдання: Реферат -це завдання, яке передбачає вирішення конкретної практичної навчальної задачі за матеріалами теоретичного об’єму дисципліни ***«Біомедичні сенсорні системи»*** з використанням відомого, а також самостійно вивченого теоретичного матеріалу з проектування і побудови сучасних лабораторних аналітичних пристроїв широкого призначення. Значну частину такої роботи складає графічний матеріал, який виконується відповідно до чинних нормативних вимог та з обов’язковим застосуванням комп’ютерної графіки, якщо це визначено завданням, і використанням сучасних програмних систем проектування оптоелектронних діагностичних пристроїв аналітичного призначення. Контрольні роботи, як і розрахункові роботи, можуть передбачати певний ілюстративний матеріал.

Приблизна тематика (назва індивідуального завдання):

1. Класифікація сучасних лазерних та оптоелектронних пристроїв.
2. Методи накачування лазерів, створення інверсії, населеність енергетичних рівній.
3. Особливості квантового підсилення та генерації лазерного випромінювання.
4. Взаємодія лазерного випромінювання з біологічними об‘єктами.
5. Особливості взаємодії лазерного випромінювання з малими частинками.
6. Взаємодія лазерного випромінювання з середніми та великими частинками.
7. Особливості розсіяння лазерного випромінювання від елементів крові.
8. Математична модель взаємодії лазерного світла з малими частинками.
9. Математичні методи аналізу оптичних характеристик різних об‘єктів.
10. Моделювання індикатриси розсіяння для біологічних об‘єктів.
11. Комп‘ютерне моделювання процесів взаємодії лазерного випромінювання з елементами крові.
12. Визначення параметрів мікрочастинок за допомогою комп‘ютерної обробки індикатриси розсіювання.
13. Комп‘ютерні методи аналізу процесів розсіяння лазерного випромінювання.
14. Вплив параметрів мікрочастинок на лазерну індикатрису розсіяння.
15. Особливості розсіяння лазерного випромінювання від крові людини.
16. Комп‘ютерні методи моделювання розсіяння лазерного випромінювання від біологічних об‘єктів.
17. Комп‘ютерні методи обробки спекл-структури лазерного випромінювання.

Теми індивідуальних завдань додаються до робочої програми. (**Додаток №3)**

Реферат є поточним контрольним заходом, яка передбачає вирішення конкретної практичної навчальної задачі за матеріалами теоретичного об’єму дисципліни ***«Біомедичні сенсорні системи»*** з використанням відомого, а також самостійно вивченого теоретичного матеріалу з проектування і побудови сучасних лабораторних оптоелектронних аналітичних пристроїв широкого призначення. Значну частину такої роботи складає графічний матеріал, який виконується відповідно до чинних нормативних вимог та з обов’язковим застосуванням комп’ютерної графіки, якщо це визначено завданням, і використанням сучасних програмних систем проектування біомедичної апаратури лабораторного аналітичного призначення. РГР охоплює практичні навички застосовування сучасних інструментів і технологій пошуку, оброблення та аналізу інформації, дослідження дотичних до біомедичної інженерії міждисциплінарних напрямів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

Модульна контрольна робота (МКР) є поточним контрольним заходом, який охоплює практичні навички застосування інструментів оптоелектронних біомедичних лабораторних досліджень для кількісного визначення, аналізу і оцінки функціональних систем і процесів взаємодіючих природних і штучних систем, що дозволить: досліджувати, розробляти, застосовувати, вдосконалювати та впроваджувати рішення, засоби та методи сучасних лабораторних оптоелектронних досліджень, а також методи та технології медичної та біоінженерії для вирішення проблем, пов’язаних зі здоров’ям та якістю життя людини; вирішувати завдання і проблеми біоінженерії для штучного створення або заміни клітин, тканин та органів людського тіла, для штучного вдосконалення і корекції їх функцій, розробки на цій основі лабораторних оптоелектронних діагностичних технологій, засобів і систем.

Контрольні завдання для модульної контрольної роботи додаються до

робочої навчальної програми .

Позааудиторні заняття

Передбачається в межах вивчення навчальної дисципліни не менше двох виїзних занять – на базі сучасних лабораторних діагностичних медичних центрів, а також участь в Виставках сучасного медичного приладобудування, зокрема «**Охорона здоров'я 2025 та 2026**» тощо.

Платформа дистанційного навчання:

Для більш ефективної комунікації з метою розуміння структури навчальної дисципліни ***«Біомедичні сенсорні системи»*** і засвоєння матеріалу використовується електронна пошта, платформа дистанційного навчання "**Сікорський"** на основі системи **Moodle КПІ-Телеком** та сервіс для проведення онлайн-нарад **Zoom**, за допомогою яких:

- спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється надання зворотного зв'язку зі студентами стосовно навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, графіку виконання навчальних завдань та їх оцінювання.

5. Самостійна робота студента

Види самостійної роботи *(підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язок задач, написання реферату, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо):*

Самостійна робота

№ з/п	Назви тем і питань, що виноситься на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	**Тема 1.1 Особливості оптоелектронних методів біомедичних досліджень.** ***Перелік питань що виноситься на самостійне опрацювання:*** Особливості системи автоматичного проектування біомедичної апаратури. Комплекс засобів проектування. Необхідні підрозділи проєктних організацій. [3,С.34-78;5,С.26-52;7,С.47-59].	**12**
2	**Тема 2.1 Фотодинамічний ефект ендогенного сенсибілізатора. Взаємодія оптичного випромінювання з біооб'єктами.** ***Перелік питань що виноситься на самостійне опрацювання:*** Принципи комплектності, розвитку, сумісності, стандартизації та інвентаризації, включення і накопичення досвіду. Математичне формулювання задачі проектування біомедичної апаратури, вибір чисельних методів рвшення, розробку алгоритму проектування, математичних моделей і методів. [2, С.19-25; 3, С. 41-53; 4,С. 10-17.].	**9**
3	**Тема 2.2 . Оптичні методи в лабораторній діагностиці.** ***Перелік питань що виноситься на самостійне опрацювання:*** Особливості використання програмного забезпечення при	**10**

№ з/п	Назви тем і питань, що виноситься на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
	проектування друкованих вузлів і компонентів біомедичної апаратури. Застосування сучасних програмних продуктів автоматизованого проектування, виготовлення технічної і технологічної документації при впровадженні в виробництво запропонованих конструкторських рішень. [4,С.34-58;7,С.26-47;9,С.38-51.].	
4	**Тема 2.3 Основні поняття вимірювальних перетворювачів .** ***Перелік питань що виноситься на самостійне опрацювання:*** Особливості узагальненого алгоритму автоматизованого проектування біомедичної апаратури, взаємодія програмно-методичних комплексів і програмно-технічних комплексів. Сукупність взаємодій всіх структурних елементів САПР біомедичної апаратури. [4, С. 28-43; 6, С.37-51; 9, С.48-62.].	**10**
5	**Тема 2.4 Метрологічні характеристики вимірювальних біомедичних перетворювачів.** ***Перелік питань що виноситься на самостійне опрацювання:*** Спектр властивостей, параметрів і характеристик інформаційного забезпечення САПР як технічної системи. Особливості проблемно-орієнтованих комплексів технічних засобів автоматизованого проектування біомедичних пристроїв і комплексів. Функціональні групи технічних засобів загального призначення для проектування біомедичної апаратури. [2, С.25-38; 7, С.46-53; 9, С.67-81.].	**10**
6	**Тема 2.5 Схеми тензорезистивного та волоконнооптичного tip-перетворювачів тиску крові.** ***Перелік питань що виноситься на самостійне опрацювання:*** Математичні моделі процесів, які здійснюються у біомедичній апаратурі. Ймовірні характеристики множини випадкових величин у процесі проектування біомедимчної апаратури. Основні структурно-конструкційні модулями першого рівня (СКМ1). [2, С.15-28;8,С.25-47;10,С.44-57.].	**7**
7	**Тема 3.1 Перетворювачі біомеханічних та біоакустичних величин.** ***Перелік питань що виноситься на самостійне опрацювання:*** . Особливості автоматичного трасування друкованих провідників електронних модулів біомедичної апаратури в системі Dip Trace. Виготовлення технологічних документів по проектуванню біомедичної апаратури в системі Solid Works Simulation. Особливості проектування конструкцій приладів біомедичного призначення і підготовка необхідної технологічної документації для впровадження у виробництво за допомогою системи проектування Solid Works Simulation. [10,С.73-94;11,С.63-89;12,С.97-105.].	**8**
Всього		66

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни *«Біомедичні сенсорні системи»* (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується обов'язково відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Заохочувальні бали

Заохочувальні бали	
Критерій	Ваговий бал
Виконання практичних робіт	5 балів
Написання тез, статті, оформлення МК роботи як наукової роботи для участі у конкурсі студентських наукових робіт	5 балів за кожен вид діяльності (2 тези або одна стаття, або оформлення творчої роботи як наукової роботи для участі у конкурсі студентських наукових робіт)
Своєчасне написання МКР	4 бали
Своєчасна здача заліку	5 балів

Пропущені контрольні заходи

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, але до терміну виставлення поточної атестації (або заліку / іспиту), оцінюється зі штрафними балами.

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання та після терміну виставлення поточної атестації (або заліку / іспиту), не оцінюється.

Неформальна освіта

За бажанням здобувача, в умовах, що не сприяють регулярному відвідуванню занять, допускається вивчення окремих змістовних частин дисципліни в асинхронному режимі, зокрема через опанування дистанційних курсів та інших форм неформального навчання. Для врахування в рейтинговій системі оцінювання балів за такі курси, вони мають змістовно відповідати певним темам силабусу, а їх проходження узгоджене з викладачем дисципліни. На підтвердження проходження неформального навчання студент має надати відповідний документ (сертифікат) із зазначенням назви курсів та їх обсягу в годинах. Визнання результатів неформальної освіти відбувається у порядку визначеному у відповідному Положенні КПІ ім. Ігоря Сікорського: https://osvita.kpi.ua/node/179.

Зокрема, рекомендується навчання на онлайн курсі ***«Біомедичні сенсорні системи»***
Курс розміщено на освітній онлайн-платформі «**Moodle**» за посиланням:
https://do.ipo.kpi.ua/user/index.php?id=5661

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Для оскарження контрольних заходів студент має подати заяву, у якій має бути вказана причина оскарження, наведені факти упередженості викладача. Викладач повинен обговорити дану заяву зі студентом особисто на консультації. Комісія може вирішити провести контрольний захід повторно, або відхилити заяву. Рішення комісії є остаточним та оскарженню не підлягає.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: **https://kpi.ua/code.**

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України **«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**. Детальніше: **https://kpi.ua/code.**

Політика використання штучного інтелекту

Політика використання штучного інтелекту та її принципи регламентуються наказом «Політика використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського». Детальніше: https://osvita.kpi.ua/node/1225.

Навчання іноземною мовою

Використання іноземної літератури, вивчення навчального матеріалу, термінів, стандартів, документів тощо на іноземних мовах можливе при вивченні новітніх фізіотерапевтичних лікувальних технологій , а також відео і **ppt демонстраціях у тих випадках, коли відсутні вітчизняні інформаційні джерела. Враховуючи студентоцентрований підхід, за бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англомовних онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних лекційних та практичних занять.

Інклюзивне навчання

Не допускається через необхідність інтенсивної роботи з суттєвими навантаженнями органів зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних телекомунікаційних засобів.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Види контролю та бали за кожен елемент контролю:

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	*Експрес-контрольні роботи / тестові завдання*	18	1	18	18

2.	*Виконання та захист практичних робіт*	18	2	9	18
3.	*Модульна контрольна робота*	44	1	1	44
4.	*Реферат*	20	20	1	20
5.	*Індивідуальне контрольне завдання*	40	40	1	80
	Всього				100

** **Залік не включено до системи оцінювання (поточний контролю)***
Здобувач отримує позитивну залікову оцінку за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів та виконав умови допуску до семестрового контролю, які визначені РСО.
Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на передостанньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді модульної контрольної роботи/тестового завдання.
Якщо оцінка за модульну контрольну роботу менша ніж за поточним рейтингом, застосовується «жорстка» РСО – попередній рейтинг здобувача за п.2 (за винятком балів за семестрове індивідуальне завдання, пп.3 та 4) скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи. Цей варіант формує відповідальне ставлення здобувача до прийняття рішення про виконання залікової контрольної роботи, змушує його критично оцінити рівень своєї підготовки та ретельно готуватися до заліку.

***Поточний контроль:** модульна контрольна робота, реферат, оцінювання дистанційного навчання*

Система оцінювання МКР

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Своєчасне оформлення	10	10	1	10
2.	Вірна відповідь на кожне запитання (рішення)	10	10	9	90
	Всього				100

Система оцінювання Реферату

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Своєчасне оформлення	10	10	1	10
2.	Вірна відповідь на кожне запитання (рішення)	10	10	9	90
	Всього				100

Виставлення оцінки за дистанційне навчання шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів у системі **Moodle** передбачено лише для контрольних запитань і результатів тестування за виконання індивідуального завдання.

Виставлення оцінки за контрольні заходи (практичні роботи, модульна контрольна робота) шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів не передбачено.

№ з/п	Дистанційне навчання	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь на контрольні запитання в онлайн-системі **Webex** або **Zoom**	40	10	4	40
2.	Відповідь на тести у системі **Moodle**	50	10	5	50
3.	Вчасність проходження дистанційного навчання	10	10	1	10
	Всього				100

У разі виявлення академічної не доброчесності під час дистанційного навчання – контрольний захід не враховується, студент до захисту не допускається.

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами[3].

Критерій			Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації [4]			8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг [5]		≥ 15 балів	≥ 40 балів
	Виконання практичних робіт	Практична робота	+	+
	Виконання практичних робіт	Практична робота № 1-9	+	+
	Виконання модульної контрольної роботи	Модульна контрольна робота	–	+
	Виконання реферату	Реферат	–	+

[3] Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.
[4] Там само.
[5] Там само.

Семестровий контроль: *залік*

Обов'язкова умова допуску до екзамену/заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	RD ≥ 30
2	Отримання позитивної оцінки за виконаний	Більше 10 балів

	реферат	
3	Виконання модульної контрольної роботи	Більше 6 балів
4	Захист реферату	RD ≥ 30

Умови допуску до семестрового контролю:

1. Активність на практичних заняттях, позитивна оцінка на додаткові питання.
2. Позитивний результат першої атестації та другої атестації.
3. Відвідування лекційних занять та повний конспект всіх лекцій з додатковими питаннями.
4. Відвідування та позитивне виконання практичних робіт.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою [2]***:***

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
95 ≤ RD ≤ 100	Відмінно	Відмінно
85 ≤ RD ≤ 94	Дуже добре	Дуже добре
75 ≤ RD ≤ 84	Добре	Добре
65 ≤ RD ≤ 74	Задовільно	Задовільно
60 ≤ RD ≤ 64	Достатньо	Достатньо
RD < 60	Незадовільно	-
Невиконання умов допуску	Не допущено	-

[2] Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського , ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Додаткова інформація стосовно іспиту/заліку/співбесіди:

Студент має право покращити свої бали з модульної контрольної роботи у разі її своєчасного написання на запланованому занятті.

На заліку студентам не дозволяється користуватись конспектами лекцій, мобільними пристроями. Дозволяється користуватись обчислювальною технікою та учбово-методичним забезпеченням з практичних занять.

8. Додаткова інформація з дисципліни *«Біомедичні сенсорні системи»* (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль для модульної контрольної роботи:

1. Лазерні аналізатори параметрів крові людини. Схеми, характеристики.
2. Лазерні пристрої проточної цитометрії. Схеми, характеристики.
3. Застосування лазерів для діагностики захворювань крові людини.
4. Лазерні терапевтичні пристрої. Схеми, характеристики.
5. Застосування УФ-лазерів у медицині. Схеми, характеристики.
6. Застосування ІЧ-лазерів у медицині. Схеми, характеристики.
7. Вплив УФ та ІЧ-випромінювання на біологічні об'єкти.
8. Лазерні нефелометри. Принцип дії, оптичні схеми, конструкції.
9. Застосування лазерів для опромінювання крові людини. Схеми, характеристики.
10. Сучасні лазерні пристрої для вимірювання вмісту цукру у крові людини. Схеми, характеристики.
11. Сучасні лазерні скальпелі на CO_2 та твердотільних лазерах.
12. Волоконно-оптичні медичні ендоскопи. Конструкції, характеристики.
13. Застосування лазерів у офтальмології. Схеми, конструкції.
14. Застосування лазерів у онкології. Схеми, конструкції.
15. Застосування лазерів для терапії. Схеми, конструкції.
16. Застосування лазерів для діагностики захворювань. Схеми, конструкції.
17. Застосування лазерів у хірургії. Схеми, конструкції.
18. Застосування лазерів для лікування захворювань шкіри людини, косметології.
19. Застосування He-Ne лазерів для лікування серцево-судинних захворювань. Схеми, характеристики.
20. Застосування лазерних спектрофотометрів для діагностики захворювань крові людини. Схеми, характеристики.

Можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних курсів

Дистанційне навчання через проходження онлайн-курсів у системі **Moodle** за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні (практичні роботи, модульна контрольна робота, розрахунково-графічну роботу).

Перелік дистанційних курсів наведено на сайті кафедри біомедичної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського: http://bmi.fbmi.kpi.ua/non-formal-education

9. Додатки

Додаток 1. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

*Рейтинг студента з дисципліни **«Біомедичні сенсорні системи»** складається з балів, що отримуються за: доповіді, відповіді, вирішення завдань та доповнення відповідей інших студентів у процесі дискусії на практичних заняттях.*

Додаток 1 до силабусу дисципліни
«Біомедичні сенсорні системи»
Рейтингова система оцінювання результатів навчання
Рейтинг студента з дисципліни «Біомедичні сенсорні системи» складається з балів, що отримуються за: доповіді, відповіді, вирішення завдань та доповнення відповідей інших студентів у процесі дискусії на практичних заняттях.

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з навчальної дисципліни «Біомедичні сенсорні системи» згідно з робочим навчальним планом

Семестр	Навч. час		Розподіл навч. год.			Контрольні заходи			
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Сем.	СРС	МКР	ДКР	Реф.	Семестр. атест.
1	4	120	18	36	66	1	-	1	залік

Розрахунок вагових балів
РСО з навчальної дисципліни складається з суми балів за контрольні заходи протягом семестру RD =100.
RD складається з балів, які студент отримує за наступні види робіт:
відповіді на практичних заняттях;
МКР.

1. Розрахунок вагових балів
РСО з навчальної дисципліни складається з суми балів студента за усі виконані контрольні заходи протягом семестру (RD).

$RD = r_{сем.} + r_{мкр} = 60 + 40 = 100$ *балів.*

1. Відповіді на практичних заняттях.
На кожному практичному занятті студент відповідає на 2 (два) питання.
Ваговий бал – 5 балів при відповіді на одне питання. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює $r_{сем} = 10$ *балів*6 = 60 балів.*
При відповіді на кожне питання студент отримує:
– «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) якщо при відповіді студент демонструє глибоке знання матеріалу, логічно і послідовно його викладає, дає обґрунтовані висновки, вільно оперує конкретними даними, з легкістю і переконливо відповідає на поставлені питання – 5 бали;
– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями, відповідає на більшість з поставлених питань – 4 бали;
– «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та значні помилки, на поставлені питання відповідає слабо, або не відповідає взагалі – 3 бали;
– «незадовільно», відсутня робота на практичному занятті – 0 балів.

2. Модульна контрольна робота
Ваговий бал – 40.
Критерії оцінювання:
- *«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) на всі питання модульної контрольної роботи; студент вільно орієнтується в поданому матеріалі – 40-36 балів;*
- *«добре», студент надав відповіді на 75% питань модульної контрольної роботи; відповіді на всі питання контрольної потребують уточнень – 35-30 балів;*
- *«задовільно», студент надав відповіді на 60% питань модульної контрольної роботи; відповіді потребують суттєвих уточнень, недостатнє володіння матеріалом – 29-24 балів;*
- *«незадовільно», відповідь не відповідає вимогам на 24 балів, студент не орієнтується в матеріалі, вкрай обмежена відповідь – 0 балів.*

3. Заохочувальні бали (не більше 10 балів за усі види робіт):
- *за науково-дослідницьку діяльність (участь у конференціях, конкурсах студентських робіт, публікації);*
- *участь у факультетських олімпіадах з навчальної дисципліни та всеукраїнських олімпіадах.*

2. Порядок проведення атестаційного і залікового контролю
За результатами навчальної роботи за перші 8 тижнів «ідеальний» студент має набрати 20 балів. На першій атестації (7 тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг складає 20 і більше балів. На другій атестації (14 тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг складає 40 і більше балів. Необхідною

умовою допуску до заліку є зарахування усіх завдань на практичних, а також МКР.
Для складання атестації з навчальної дисципліни кожен викладач використовує накопичувальну відомість, в яку заносяться нараховані бали за всі види виконаних студентом аудиторних та самостійних завдань (практичні заняття, МКР, експрес-контроль тощо). Рейтингові бали заносяться у відомості рубіжного контролю (1-а, 2-а атестації) та заліку.
У випадку, якщо цей показник не відповідає вимогам, в атестаційній відомості виставляється «не атестований».
При отриманні менше ніж 40 балів студент має виконати додаткову роботу у формі написання та захисту роботи із заданої викладачем теми.
Рейтингова оцінка з навчальної дисципліни доводиться до здобувачів на заліку під час заліково-екзаменаційної сесії.
Здобувачі, які мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.
Зі здобувачами, які мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди.

3. Залік.
Ваговий бал – 100.
Залік передбачає відповідь студента на два питання. Питання є різними за змістом, відповідають тематиці лекцій, практичних, самостійної роботи, питань з самоконтролю. Кожне питання оцінюється в 50 балів.

Критерії оцінювання:
48-50 балів - студент демонструє глибоке знання змісту навчального матеріалу, здатність до системного й міждисциплінарного аналізу проблем курсу; вільно й коректно використовує наукові поняття та терміни, формулює логічні, аргументовані висновки, виявляє власну обґрунтовану позицію щодо дискусійних питань;
43-47 бали - студент демонструє дуже добрий рівень засвоєння навчального матеріалу, добре орієнтується в основних темах курсу, здатний до аналізу та узагальнення; можливі поодинокі неточності у формулюваннях або прикладах, які не впливають суттєво на загальний рівень відповіді;
38-42 бали - студент демонструє достатньо повне розуміння основних тем і питань курсу. Використовує базову наукову термінологію, однак аналіз є переважно описовим; висновки сформульовані, але не завжди достатньо аргументовані;
33-37 бали - студент демонструє загальне уявлення про навчальний матеріал, але відповіді містять помітні неточності у визначеннях, прикладах або логіці викладу; застосування наукової термінології є обмеженим, аналітична складова виражена слабо;
30-32 бали - студент демонструє фрагментарні знання окремих тем курсу, орієнтується лише в частині ключових понять; відповіді неповні, поверхові, висновки недостатньо обґрунтовані;
0-29 балів - студент не орієнтується у ключових поняттях і проблематиці курсу; відповіді нелогічні або відсутні.

Умови допуску до заліку:
Умовою допуску студента до заліку є зарахування усіх практичних робіт та зарахування модульної контрольної роботи.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Рейтингова оцінка здобувача (бали)	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей (результатів навчання)
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Можливі відмітки у відомості семестрового контролю:

Не	Невиконання умов допуску до семестрового контролю

допущено	
Усунено	***Порушення принципів академічної доброчесності або морально-етичних норм поведінки***
Не з'явився	***Здобувач, був допущений, але не з'явився на залік***

Перегляд рейтингової системи оцінювання впродовж семестру
Перегляд РСО може здійснюватися за вмотивованою заявою здобувача, що вивчає ОК, органу студентського самоврядування або профспілкового комітету студентів, поданою на ім'я завідувача забезпечуючої кафедри. Процедура перегляду визначена у розділі 7 Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського ***https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologennia_RSO_2025.pdf***

Додаток 2. Програмні результати навчання (розширена форма)

В результаті вивчення навчальної дисципліни ***«Біомедичні сенсорні системи»*** студенти зможуть:

Результати навчання		Відповідність результатів навчання до компетентностей у СВО [6]	
		Загальні компетентності (**soft skills**)	Спеціальні компетентності (**фахові**)
ПРН3	Управляти комплексними діями або проєктами, нести відповідальність за прийняття інженерних рішень у непередбачуваних умовах, проводититехніко-економічну та безпекову оцінку проєктів. (Підсилення).	ЗК 1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. (Підсилення).	ФК 2 Здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання (Підсилення).
ПРН 7	Здійснювати інженерний супровід, сервісне та інше технічне обслуговування при експлуатації лабораторно-аналітичної техніки, медичних діагностичних і терапевтичних комплексів та систем відповідно до правил, які встановлені технічною документацією та нормативними документами, що регламентують порядок введення в експлуатацію, застосування та ремонт медичного обладнання, а також оформляти типову документацію за видами робіт згідно з Технічним регламентом	ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (Підсилення).	ФК 7 Здатність планувати, проєктувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах

	щодо медичних виробів. (Підсилення).		(Підсилення).
ПРН10	Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати медико-технічні та біоінженерні системи і процеси (Підсилення).	ЗК 4 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (Підсилення).	ФК 2 Здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання (Підсилення).
ПРН13	Вміти аналізувати сигнали, які передаються від органів на прилади, та проводити обробку діагностичної інформації (сигнали та зображення) .(Підсилення).	ЗК 4 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (Підсилення).	Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики біосенсорних медичних систем і засобів, що використовують сучасні досягнення в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації).
ПРН22	Знання загальних відомостей та принципів будови складних біологічних систем, у тому числі, організму людини, про організм людини і його функції з позицій системного підходу та використання їх в біомедичній інженерії, а також основних методів і засобів, які використовуються для кількісної оцінки функціонування фізіологічних систем (Підсилення).	ЗК 1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. (Підсилення).	ФК 7 Здатність планувати, проєктувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах (Підсилення).
ПРН23	Розроблення та впровадження сучасних діагностичних та лікувальних методів, які пов’язані з використанням біотехнологій, комп’ютерних і нанотехнологій за рахунок вдосконалення технічних елементів медичних приладів і	ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (Підсилення).	ФК 2 Здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання (Підсилення).

	систем та виробів медичного призначення в процесі професійної діяльності. (Підсилення).		
ПРН24	Вміти врахувати історичні, соціальні, екологічні, етичні, правові, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень з урахуванням зміцнення та збереження особистого та громадського здоров'я. (Підсилення).	ЗК 13 Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя (Підсилення).	ФК 12 Здатність забезпечувати та контролювати дотримання безпеки та біомедичної етики при роботі з медичним обладнанням (Підсилення).

Додаток 3. Методичні рекомендації до написання та оформлення Реферату

Одним з основних видів семестрового контролю підчас опанування навчальної дисципліни ***«Біомедичні сенсорні системи»*** є виконання **реферату**. Реферат виконується згідно з вимогами, у термін, зазначений викладачем.

Основні цілі індивідуального завдання реферату -це завдання, яке передбачає вирішення конкретної практичної навчальної задачі за матеріалами теоретичного об'єму дисципліни ***«Біомедичні сенсорні системи»*** з використанням відомого, а також самостійно вивченого теоретичного матеріалу з проєктування і побудови сучасних оптоелектронних діагностичних аналітичних пристроїв широкого медичного призначення. Значну частину такої роботи складає графічний матеріал, який виконується відповідно до чинних нормативних вимог та з обов'язковим застосуванням комп'ютерної графіки, якщо це визначено завданням, і використанням сучасних програмних систем проєктування оптоелектронних діагностичних аналітичних пристроїв лабораторного призначення. Контрольні роботи, як і розрахункові роботи, можуть передбачати певний ілюстративний матеріал.

У рефераті розкриваються такі основні питання:

1. Оптоелектронний діагностичний комплекс для кардіологічних досліджень. Схеми, особливості роботи.
2. Застосування комп'ютерів для діагностики захворювань серця. Моделювання роботи серця людини.
3. Методи активної термографії за допомогою гіпербаричної оксигенації.

4. Сучасні апарати електрокардіографії. Схеми, характеристики.
5. Акустична та голографічна термографія. Схеми, характеристики.
6. Сучасні методи термографічної діагностики. Схеми, характеристики.
7. Сучасні діагностичні комплекси для оптоелектронних лабораторно-клінічних досліджень. Принцип дії. Схеми, характеристики.
8. Сучасні автоаналізатори. Особливості роботи, схеми, характеристики.
9. Сучасні пристрої УФ-спектроскопії. Особливості роботи, схеми, характеристики.
10. Сучасні флюорометри. Особливості роботи, схеми, характеристики.
11. Сучасні оптичні лазерні цитометри. Особливості роботи, схеми,
12. характеристики.
Оптоелетронні системи для дослідження параметрів крові людини.
13. Особливості роботи, схеми, характеристики.
Оптоелектронні комплекси для дослідження оптичних характеристик
14 біологічних об‘єктів. Особливості роботи, схеми, характеристики.
Діагностична оптоелектронна апаратура для реєстрації біопотенціалів
15. людини. Особливості роботи, схеми, характеристики.
Особливості роботи приладів для електроміографії та електрогастрографії. Основні схеми, характеристики.

Титульний аркуш **реферату** повинен мати такий зміст: назва університету; назва факультету; назва кафедри; назва спеціальності, назва освітньо-професійної програми, реєстраційний номер, назва навчальної дисципліни; тема реферату; прізвище та ім’я студента, курс, номер академічної групи, рік.

За титульним аркушем слідує детальний план (зміст реферату, в якому треба виділити вступ, 3 розділи основного змісту (аналіз літературних джерел, опис функціональної схеми, розрахунок функціонального блоку або розробка програмного забезпечення), їх підрозділи (за потребою), висновок, список використаних джерел. У змісті праворуч позначаються номери сторінок початку кожного питання. Кожен розділ починається з нової сторінки.

Загальний обсяг **реферату** в залежності від обраної теми може варіюватися від **30** до **40** сторінок основного тексту (за узгодженням з викладачем). Обсяг реферату визначається вмінням студента стисло і водночас вичерпно розкрити тему: актуальність теми, що розглядається, сучасні тенденції та проблеми, проаналізувати кращі зарубіжні та українські технології, зробити висновки та обґрунтувати власні пропозиції та рекомендації.

До **реферату** надається анотація двома мовами – українською та англійською, із зазначенням ключових слів.

Обов’язкова вимога: чітке посилання на джерела інформації. Всі цифри, факти, думки вчених, цитати, формули повинні мати посилання у вигляді [2, с.54] (перша цифра означає номер джерела у наведеному в кінці творчої роботи списку літератури, а друга цифра – номер сторінки у цьому джерелі). Бажано використовувати таблиці, схеми, графіки, діаграми тощо. Список використаних джерел (не менше 10 джерел) оформляється згідно з діючими правилами. Якщо інформація взята з мережі Інтернет, потрібно, як і для звичайної літератури, вказати автора, назву статті, а потім навести адресу сайту в Інтернет.

Реферат оцінюється за критеріями: логічності плану; повноти й глибини розкриття теми; наявності ілюстрацій (таблиці, рисунки, схеми, скріншоти веб-сторінок тощо); кількості використаних джерел і чіткості посилань на них; відображення практичних матеріалів та результатів розрахунків; оформлення; обґрунтування власної думки студента з цього питання у вигляді висновку.

Граничний термін подання **реферату** на перевірку: за **10** днів до початку залікової сесії.

Реферат не перевіряється на плагіат, але повинен відповідати вимогам академічної не доброчесності. У разі виявлення академічної не доброчесності, робота анулюється і не перевіряється.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент кафедри БМІ, к.т.н.,доцент **Богомолов Микола Федорович**;

Ухвалено кафедрою біомедичної інженерії (протокол № 14 від 25 червня 2026 року);

Погоджено Методичною комісією факультету [1] (протокол № 10 від «25» червня 2026 року).

[1] Шаблон силабусу погоджено методичною радою університету