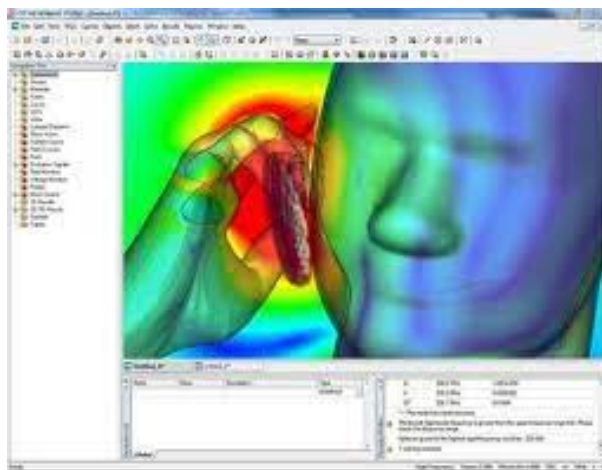




[RE-274] ВЗАЄМОДІЯ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ З БІООБ'ЄКТАМИ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G - Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 - Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 4-го курсу, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 16 год, Практ. год, Лаб. 30 год, СРС. 74 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NDA3NDIzNzk2ODky?cjc=6netjdf

Програма навчальної дисципліни

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

Розвиток медичної техніки, зокрема лікувально-діагностичних апаратів та комплексів, перед-

бачає розробку та вдосконалення штучних джерел різноманітних фізичних полів, уточнення механізмів їх взаємодії з біологічними об'єктами і використання отриманих результатів в області клінічної медицини та екології.

Дисципліна «Взаємодія фізичних полів з біооб'єктами» належить до циклу професійно-практичної підготовки студентів першого (бакалаврського) рівню вищої освіти за спеціальністю «Електронні комунікації та радіотехніка».

Метою викладання дисципліни є формування знань про основні характеристики фізичних полів;

їх стадії дії (фізична, хімічна, біологічна) на біооб'єкти; наслідки такої дії та заходи захисту від небажаної дії того чи іншого фізичного поля.

Предметом дисципліни є процес взаємодії випромінювання (електромагнітного, акустичного та іонізуючо-го) природного та штучного походження з біологічними об'єктами та методи використання ефектів даної взаємодії в медичній техніці.

В результаті навчання у студента формуються

загальні компетентності;

ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 7 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

фахові компетентності:

ФК 4 Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання процесів у біооб'єктах під впливом зовнішніх та внутрішніх фізичних полів різноманітної природи;

ФК 20 Здатність обирати методи та засоби обробки інформації із застосуванням інтелектуальних технологій;

ФК 23 Здатність обирати та застосовувати спеціалізовані програмні засоби для імітаційного моделювання та проектування біомедичної апаратури.

Вивчення дисципліни " Взаємодія фізичних полів з біооб'єктами" сприяє досягненню таких програмних результатів навчання.

ПРН 1 Аналізувати та приймати обґрунтовані рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповнотою визначеності умов.

ПРН 4 Пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов'язувати їх з відповідною теорією.

ПРН 7 Грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки.

ПРН 13 Застосовувати фундаментальні і прикладні науки для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах біомедичного призначення.

У межах вище визначених загальних та фахових компетентностей і програмних результатів навчання студенти повинні:

знати основні закономірності поширення електромагнітних і акустичних хвиль та іонізуючого випромінювання в природних умовах і в біооб'єктах; фізичні характеристики біологічних тканин у різних діапазонах електромагнітних та акустичних хвиль; перспективи розвитку технічних систем в біомедичній інженерії та її взаємозв'язок з суміжними областями;

вміти аналізувати основні тенденції розвитку біомедичної інженерії, виявляти її перспективні напрямки досліджень в області взаємодії фізичних полів з біооб'єктами і можливості практичного застосування їх результатів; використовувати принципи системного підходу для аналізу та синтезу біотехнічних систем і технологій.

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

Міждисциплінарні зв'язки обумовлені місцем дисципліни «Взаємодія фізичних полів з біооб'єктами» в програмі підготовки фахівців в галузі електроніки та телекомунікації. Вона базується на загальній підготовці студентів з фізики, математики. Дисциплінами професійного спрямування, що передують її вивченню, є: «Електродинаміка та поширення радіохвиль», «Основи метрології».

Дисципліна «Взаємодія фізичних полів з біооб'єктами» забезпечує вивчення дисциплін першого (бакалаврського) рівня вищої освіти: «Інтроскопія біооб'єктів та методи оброблення

біоінформації», «Проектування біомедичної апаратури», «Сертифікація біомедичної апаратури».

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні роботи	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1 Вступ до біофізики та біоенергетики					
Тема 1.1 Фізичні поля як екологічні фактори	3	2	0	0	1
Тема 1.2 Предмет, методи дослідження біофізики	4	0	0	0	4
Тема 1.3 Системи організму людини	8	0	0	4	4
Тема 1.4 Термодинаміка біофізичних процесів. Біоенергетика	3	2	0	0	1
Разом за розділом 1	18	4	0	4	10
Розділ 2 Основи взаємодії електромагнітного поля з організмом людини					
Тема 2.1 Вплив статичних електричних та магнітних полів на біологічні об'єкти	12	4	0	4	4
Тема 2.2 Біологічна дія електромагнітного випромінювання радіодіапазону на живі організми	22	2	0	16	4
Тема 2.3 Реакція біологічних об'єктів на випромінювання оптичного діапазону	6	2	0	0	4
Тема 2.4 Взаємодія лазерного випромінювання з біооб'єктами. Лазерні прилади медичного призначення	6	2	0	0	4
Разом за розділом 2	46	10	0	20	16
Розділ 3 Дія іонізуючої радіації на живі організми					
Тема 3.1 Вплив рентгенівського випромінювання на біооб'єкти	6	2	0	0	4
Тема 3.2 Взаємодія проникаючої радіації з тканинами організму людини	10	0	0	4	6
Разом за розділом 3	16	2	0	4	10
Розділ 4 Вплив акустичних полів на біологічні об'єкти					
Тема 4.1 Реакція біооб'єктів на звукові коливання та вібрації	8	0	0	4	4
Тема 4.2 Взаємодія ультразвукового випромінювання з організмом людини	10	2	0	4	4
Разом за розділом 4	18	2	0	8	8
Модульна контрольна робота	2	0	0	0	2
Домашня контрольна робота	14	0	0	0	14
Залік	6	0	0	0	6
Всього годин	120	18	0	36	66

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

Базова

1. Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А. Основи біофізики і біомеханіки: навчальний посібник. Чорномор. держ. ун-т ім. Петра Могили. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. – 297 с.
2. Яненко О. П. Медична техніка для терапії та діагностики [Електронний ресурс] : навч. посібник / О. П. Яненко, С. Н. Перегудов, В. П. Куценко. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – Назва з

екрана. – Доступ: <http://library.kpi.ua:8080/handle/123456789/2488>. – Назва з екрана.

3. Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами [Текст] : навч. посіб. / В. П. Олійник ; Нац. аерокосм. ун-т ім. М.С.Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Харків : ХАІ, 2020. - 71 с.

4. Григор'єва Л. І. Іонізуюче випромінювання та його вплив на організм людини [Текст] : навчальний посібник / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін, І. М. Рожков. – Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2008. – 137 с.

5. Мобільний зв'язок та здоров'я людини : Інформаційний бюлетень [Текст] / [авт.-уклад. Штиль О. В., Протас С. В. – К. : Вид-во МОЗ України, 2008. – 21 с.

6. Calculation of the Dielectric Properties of Body Tissues [Електронний ресурс] // URL: <http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/htmlclie/htmlclie.php> (дата звернення: 10.10.2021).

Допоміжна

7. М. Е. Держинський, Н. В. Скрипник. Загальна цитологія та гістологія. ч.1. [Текст] : навч. посібник М. Е. Держинський, Н. В. – К. : Видавничо-поліграф. центр "Київський університет", 2006. – 273 с.

8. М. Е. Держинський, Н. В. Скрипник. Загальна цитологія та гістологія. ч.1. [Текст] : навч. посібник М. Е. Держинський, Н. В. – К. : Видавничо-поліграф. центр "Київський університет", 2006. – 273 с.

9. Гістологія, цитологія та ембріологія. Атлас : навч. посіб. / О. Ю. Степаненко, О. В. Мірошніченко, Л. О. Зайченко та ін. — 2-е вид. — К.: ВСВ «Медицина», 2020. – 152 с.

10. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Ч.2. Випромінювання та поширення електромагнітних хвиль : Підручник для студентів ВНЗ / [Шокало В. М., Правда В. І., Усін В. А. та ін.] ; за заг. ред. В. М. Шокало та В. І. Правди – Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2010 – 435 с.

11. Thuéry Jacque. Microwaves: Industrial, Scientific, and Medical Applications [Текст] / Jacque Thuéry. – Boston-London: Artech House Inc., 1992. – 675 p.

12. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz) : ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) Guidelines // Health Physics. – Vol. 74, № 4. – April 1998. – P. 494-522.

Інформаційні ресурси

13. The Application Gallery features COMSOL Multiphysics® tutorial and demo app files. [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.comsol.com/models> (дата звернення: 10.08.2024).

14. Норми і правила захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання. [Електронний ресурс]. – URL: <http://government.ru> (дата звернення: 10.08.2024).

15. Ядерна та радіаційна безпека. Науково-технічний журнал [Електронний ресурс] // URL: <https://nuclear-journal.com/index.php/journal> (дата звернення: 10.08.2024).

16. Гістологія. Перший україномовний гістологічний ресурс. [Електронний ресурс] // URL: https://www.youtube.com/channel/UCbRpfENIEYCawGwYVqE_1EQ (дата звернення: 10.08.2024).

17. Біофізика. Молекулярна біофізика [Електронний ресурс] – URL: <http://znaimo.com.ua/Біофізика>. (дата звернення: 10.08.2024).

18. Microwaves101.com (Microwave Encyclopedia) [Електронний ресурс] // Доступ до ресурсу: <https://www.microwaves101.com> (дата звернення: 10.08.2024).

19. Медична акустика (Wikiwand) [Електронний ресурс] // URL: https://www.wikiwand.com/uk/articles/Медична_акустика (дата звернення: 10.08.2024).

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	2

	РОЗДІЛ 1 ВСТУП ДО БІОФІЗИКИ ТА БІОЕНЕРГЕТИКИ
1	Тема 1.1 Фізичні поля як екологічні фактори Основні терміни та визначення. Штучні та природні поля. Різноманітність фізичних полів та їхній вплив на біооб'єкти. Структура біогеоценоза. Схема глобальної гомеостатической системи. Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції та опрацювати літературні джерела. Література: [1, с. 10-15,].
2	Тема 1.4 Термодинаміка біофізичних процесів. Біоенергетика Фундаментальним поняття класичної термодинаміки і рівноважний стан системи. Життя як термодинамічний процес. Термодинаміка біофізичних процесів. Стаціонарний стан системи. Закони термодинаміки біологічних систем. Связь ентропии и информации для биологических систем. Обмін енергією між біосистемою і середовищем. Общий характер реакции биологического объекта на действие физического поля. Організм як відкрита термодинамічна система. Критерії досягнення стійкості стаціонарного стану біологічних систем. Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції та опрацювати літературні джерела. Література: [1, с. 35-48].
	РОЗДІЛ 2 ОСНОВИ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ З ОРГАНІЗМОМ ЛЮДИНИ
3	Тема 2.1 Вплив статичних електричних та магнітних полів на біологічні об'єкти Штучні та природні джерела електромагнітних полів. Електромагнітне поле, спектр електромагнітних коливань. Вплив електростатичних полів на біооб'єкти. Дія електричних струмів. Влив магнітних полів на біологічні об'єкти. Дія змінним електричним полем Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції; провести аналіз залежності реакції біооб'єктів від частоти радіовипромінювання. Звернути увагу на процес поглинання випромінювання різними структурами клітин та їх ураження. Література: [2, с. 8-39].
4	Тема 2.1 Основи магнітно-резонансної томографії Мікроскопічний (квантовий) механізм дії магнітних полів. Ларморова частота. Ефект Зеємана. Ядерний магнітний резонанс (ЯМР). Процеси релаксації. Принципи МРТ. Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції та опрацювати літературні джерела. Література: [2, с. 97-102, 160-177].
5	Тема 2.2 Біологічна дія електромагнітного випромінювання радіодіапазону на живі організми Модель електромагнітної хвилі. Основні її властивості. Дальність поширення електромагнітних хвиль. Електричні властивості тканин живих організмів. Біологічні аспекти електромагнітних полів. Теплова і нетеплова дія електромагнітного випромінювання на біооб'єкти на клітинному і молекулярному рівнях. Характеристика параметрів радіохвиль, які знайшли найбільше використання в сучасних медичних приладах. Загальні методи і принципи захисту живих організмів від дії електромагнітних хвиль. Тепловий і нетепловий ефекти при електромагнітному опромінюванні біооб'єктів. Негативні прояви дії електромагнітних випромінювань на живі організми Дозиметрія високих і надвисоких радіочастот. Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції та опрацювати літературні джерела. Література: [2, с. 50-82].

6	Тема 2.3 Реакція біологічних об'єктів на випромінювання оптичного діапазону Основні відомості з фізичної оптики. Дія випромінювання оптичного діапазону на біоб'єкти. Спектральний склад сонячного випромінювання. Випромінювання земної поверхні та навколишнього середовища. Штучні джерела інфрачервоного випромінювання. Місце інфрачервоного спектра серед інших видів випромінювань. Реагування шкіри людини на дію інфрачервоної радіації. Дія інфрачервоної радіації на центральну нервову і серцево-судинну системи та органи зору людини. Поширення ультрафіолетового випромінювання в атмосфері Землі. Поглинання і розсіяння ультрафіолетових променів природними та штучними матеріалами. Біологічна дія ультрафіолетових променів (на молекулярному рівні). Реагування шкіри на дію ультрафіолетової радіації. Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції та опрацювати літературні джерела. Література: [3, с. 50-82].
7	Тема 2.4 Взаємодія лазерного випромінювання з біоб'єктами Дія лазерного випромінювання на біологічні об'єкти. Фізичні процеси, які мають місце при виникненні лазерного випромінювання. Відмінність лазерних променів від звичайних природних і штучних. Потужність та довжина хвилі джерел лазерного випромінювання. Дія лазерного випромінювання на біологічні об'єкти (коагуляція біотканин; фізіологічні та біологічні зміни клітин, тканин). Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції та опрацювати літературні джерела. Література: [3, с. 50-82].
РОЗДІЛ 3 ДІЯ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ	
8	Тема 3.1 Вплив рентгенівського випромінювання на біоб'єкти Місце рентгенівських променів в спектрі електромагнітних коливань. Природні та штучні джерела рентгенівської радіації. Дія рентгенівських променів різної жорсткості на біологічні об'єкти, застосування в сучасній медицині. Захист живих організмів від рентгенівського випромінювання. Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції; визначити причину виникнення рентгенівського випромінювання та назвати його види; провести аналіз впливу рентгенівського випромінювання на біоб'єкти різних класів; розглянути принципи роботи штучних джерел рентгенівського випромінювання та їх біомедичне застосування. Література: [4, с. 142-165, 171-186].
РОЗДІЛ 4 ВЛИВ АКУСТИЧНИХ ПОЛІВ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ	
9	Тема 4.2 Взаємодія ультразвукового випромінювання з організмом людини Ультразвук і його біологічна дія на функції живого організму. Поширення ультразвукових хвиль в біологічних середовищах. Властивості та характеристики біотканин та органів. Штучні джерела ультразвукового випромінювання, їх основні характеристики та особливості застосування. Використання ультразвукових ефектів в сучасних медичних приладах. Ультразвукова діагностика. Основні види ультразвукових сканерів та їх режими роботи. Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції; розглянути особливості поширення ультразвукових хвиль в біологічних середовищах; вивчити принцип дії УЗ-приладів та їх застосування в біомедичній сфері; дати класифікацію ультразвукових сканерів і режимів їх роботи, розглянути принципи дії пристроїв ультразвукової томографії. Література: [3, с. 82-99].

Лабораторні заняття

Основна мета лабораторних занять:

- перевірка набутих теоретичних знань на практиці;
- набуття навичок роботи з вимірювальними приладами та обладнанням;
- вивчення експериментальних методів визначення характеристик фізичних полів та біоб'єктів, а також оцінки результатів їх взаємодії;
- вивчення методів розрахунку основних показників ефектів, спричинених взаємодією фізичних полів і біоб'єктів;
- освоєння методів та програмних засобів моделювання взаємодії фізичних полів і

біологічних об'єктів;

- набуття навичок аналізу результатів проведених досліджень.

№ з/п	Назва теми заняття, завдання та посилання на літературу	Кількість ауд. год.
1	2	3
	Тема 1.3 Системи організму людини	
1	Дослідження електричних параметрів шкіряної поверхні людини при електростимуляції Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал для самостійного опрацювання за темою 2.1 та підготуватися до виконання лабораторної роботи; оформити звіт по роботі та підготувати відповіді на контрольні питання.	4
	Тема 2.1 Вплив статичних електричних та магнітних полів на біологічні об'єкти	
2	Визначення розподілу електростатичного поля у біотканіні людини Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал практичного заняття, ознайомитися з принципами роботи пакету «COMSOL Multiphysics» [13] та побудови моделей в середовищі програми. Розглянути поширення електростатичного поля в тканині людини. Для вибору електричних параметрів біотканіні використовувати інформаційний ресурс 13. Завантажити модель «Electrical Signals in a Heart» (https://www.comsol.ru/model/electrical-signals-in-a-heart-981). Визначити розподіл електричних потенціалів у серцевій м'язці. Привести результати моделювання та висновки.	4
	Тема 2.2 Біологічна дія електромагнітного випромінювання радіодіапазону на живі організми	
3	Питома швидкість поглинання (SAR) у мозку людини Завдання: завантажити модель «Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Brain» (https://www.comsol.ru/model/specific-absorption-rate-sar-in-the-human-brain-2190) [13]. Визначити розподіл температури нагрівання мозку людини мікрохвильовим випромінюванням. Привести результати моделювання та висновки. Література: [4, с. 3-20].	4
4	Розрахунок питомої потужності поглинання (SAR) за допомогою пакету COMSOL Multiphysics Завдання: ознайомитися з матеріалом лекції 3. Завантажити модель «SAR of a Human Head Next to a Wi-Fi Antenna» (https://www.comsol.ru/model/sar-of-a-human-head-next-to-a-wi-fi-antenna-71721) [13]. Провести розрахунки розподілу питомої мікрохвильової потужності, що поглинається, в голові людини. Привести результати розрахунків. Зробити висновки. Література: [4, с. 3-20];	4
5	Мікрохвильове нагрівання пухлини Завдання: завантажити модель «Microwave Heating of a Cancer Tumor» (https://www.comsol.ru/model/microwave-heating-of-a-cancer-tumor-30) [13]. Визначити розподіл температури нагріву пухлини та нормальної тканини мікрохвильовим випромінюванням. Привести результати моделювання та зробити висновки щодо медичного застосування мікрохвильового випромінювання. Література: [4, с. 3-20]; [5].	4
6	Радіометричний метод дослідження теплових полів біооб'єктів Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції 7 та підготуватися до виконання лабораторної роботи; оформити звіт по роботі та підготувати відповіді на контрольні питання.	4
	Тема 3.2 Взаємодія проникаючої радіації з тканинами організму людини	
7	Оцінка рівню радіоактивного забруднення навколишнього середовища та аналіз його впливу на людину Завдання на самостійну роботу: підготуватися до лабораторної роботи, використавши матеріал методичних рекомендацій та лекції 8, а також матеріал для самостійного опрацювання за темою 3.1; виконати експериментальну частину роботи; оформити звіт та підготувати відповіді на контрольні запитання.	4
	Тема 4.1 Реакція біооб'єктів на звукові коливання та вібрації	
8	Дослідження характеристик акустичних хвиль в біотканях людини Завдання: завантажити модель «Head and Torso Simulator Acoustics» (https://www.comsol.ru/model/head-and-torso-simulator-acoustics-74381) [13]. Визначити розподіл інтенсивності акустичних коливань в голові та тілі людини. Привести результати моделювання та зробити висновки. Література: [2, с. 77-90].	4
	Тема 4.2 Взаємодія ультразвукового випромінювання з організмом людини	
9	Дослідження поширення ультразвукових коливань високої інтенсивності в фантомі людини Завдання: завантажити модель «High-Intensity Focused Ultrasound (HIFU) Propagation Through a Tissue Phantom» (https://www.comsol.ru/model/high-intensity-focused-ultrasound-hifu-propagation-through-a-tissue-phantom-90191) [13]. Визначити особливості розподілу УЗ хвиль в біотканіні людини. Привести результати моделювання та зробити висновки щодо застосування потужного ультразвукового випромінювання в клінічній медицині. Література: [2, с. 95-111].	4

6. Самостійна робота студента

Протягом семестру студенти опрацьовують такі теми.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	2	3

1	Тема 1.2. Предмет, методи дослідження біофізики Завдання на самостійну роботу: розглянути такі питання. Предмет, методи дослідження, історія розвитку біофізики. Моделювання механічних та фізичних явищ у біологічних системах. Література: [1, с. 10-34].	4
2	Тема 1.3. Системи організму людини Завдання на самостійну роботу: розглянути такі питання. Вчення про клітину. Клітинні та неклітинні структури людського організму. Клітинна оболонка, цитоплазма та цитоплазматичні органели. Будова та функції ядра. Репродукція клітин. Структура і функції клітинної мембрани. Біологічна роль води. Біофізика білків. Біотканини. Основні системи людського організму. Література: [1, с. 53-72].	2
3	Тема 2.1 Вплив статичних електричних та магнітних полів на біологічні об'єкти Завдання на самостійну роботу: розглянути такі питання. Електромагнітне поле, спектр електромагнітних коливань. Вплив електростатичних полів на біооб'єкти. Дія електричних струмів. Вплив магнітних полів на біологічні об'єкти. Дія змінного електричного струму низької частоти. Література: [2, с. 16-30].	2
4	Тема 2.3 Реакція біологічних об'єктів на випромінювання оптичного діапазону Завдання на самостійну роботу: розглянути такі питання. Поняття про фотобіологію і фотомедицину. Медичне застосування ІЧ-випромінювання. Вітаміноутворююча дія ультрафіолетових променів. Еритемна та бактерицидна дія УФ-випромінювання. Стерилізація повітря ультрафіолетовими променями. Негативний ефект, який виникає в організмі людини під дією великої кількості ультрафіолетової радіації. Захворювання шкіри і очей. Використання УФ-променів в діагностиці, профілактиці і лікуванні людини. Література: [2, с. 35-42, 54-57].	3
5	Тема 2.4 Взаємодія лазерного випромінювання з біооб'єктами. Лазерні прилади медичного призначення Завдання на самостійну роботу: розглянути такі питання. Фізичні процеси, які мають місце при виникненні лазерного випромінювання. Відмінність лазерних променів від звичайних природних і штучних. Біофізичні та біохімічні процеси, які виникають в живих організмах під дією лазерного випромінювання. Використання лазерів в сучасній медицині. Література: [2, с. 264-270].	3
6	Тема 3.1 Вплив рентгенівського випромінювання на біооб'єкти Завдання на самостійну роботу: розглянути такі питання. Природні та штучні джерела рентгенівського випромінювання. Його вплив на біологічні об'єкти на клітинному і молекулярному рівнях. Порівняльна чутливість різних організмів до рентгенівського випромінювання. Роль малих доз опромінення. Використання рентгенівського випромінювання в сучасній медицині, визначення дози опромінення живих об'єктів. Радіаційна екологія. Література: [3, с. 117-125].	3
7	Тема 3.2 Взаємодія проникаючої радіації з тканинами організму людини Завдання на самостійну роботу: розглянути такі питання. Природні та штучні джерела проникаючої радіації. Фізична природа α , β -частинок, нейтронів і γ -променів як іонізуючого випромінювання. Їх вплив на біологічні об'єкти на клітинному і молекулярному рівнях. Порівняльна радіочутливість різних організмів. Променева хвороба та хімічний захист від неї. Роль малих доз опромінення. Використання проникаючої радіації в сучасній медицині, визначення дози опромінення і ступеня забрудненості радіоактивними речовинами живих і неживих об'єктів. Радіаційна екологія. Література: [3, с. 117-125, 165-168].	4

8	Тема 4.1 Реакція біооб'єктів на звукові коливання та вібрації Завдання на самостійну роботу: розглянути наступні питання. Акустичне поле як фактор навколишнього середовища. Фізичні характеристики акустичних хвиль. Акустичні властивості біологічних тканин. Фізичний і фізико-хімічний вплив поля на біооб'єкти. Кавітація, її фізико-хімічне виявлення. Література: [2, с. 100-112].	2
---	---	---

Крім того, студенти виконують завдання для самостійної роботи, які зазначені у п. 5, а також в методичних рекомендаціях до практичних та лабораторних занять відповідно до календарного графіку навчального процесу.

Протягом семестру ними має бути виконана домашня контрольна робота (ДКР). Приблизна тематика завдань на ДКР приведена у додатку п.9.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Лабораторні заняття є обов'язковими до відвідування та виконання завдання. У разі їх пропуску, має бути відпрацювання або під час консультації, або з іншими групами за попередньою домовленістю з викладачем.

У разі пропуску лекцій або практичного заняття, студент має виконати передбачені завдання та пройти співбесіду з викладачем за матеріалами пропущеного заняття. Співбесіда проводиться під час консультацій за розкладом. Матеріали лекції та практичних занять із завданнями розміщені на ресурсі Google classroom, доступ до якого студенти отримують на початку семестра.

Допуск до лабораторних занять та захист звіту про виконану роботу

Перед лабораторною роботою студенти проходять співбесіду з викладачем, за результатами якої приймається рішення про допуск до її виконання.

Захист звіту про проведену лабораторну роботу проходить на наступному за розкладом лабораторному занятті. Оцінка, яку студент отримує за лабораторне заняття складається з балів, одержаних під час допуску та захисту.

Кількість балів вказана в рейтинговій системі оцінювання (п.8).

Захист домашньої контрольної роботи (ДКР)

Захист ДКР проходить на консультаціях за розкладом в останні два тижні семестру або, за попередньою домовленістю з викладачем, в інший час. Оцінка за РГР має дві складові: за пояснювальну записку та за відповіді під час захисту. Підсумкова оцінка оголошується під час захисту.

ДКР оцінюється згідно п.8.

Заохочувальні та штрафні бали і політика щодо академічної доброчесності

Найбільш активні студенти, зокрема ті, що виконують зразково, завдання за матеріалами занять, можуть отримати від 1 до 10 балів до семестрового рейтингу.

Штрафні бали застосовуються, якщо студент видає результати чужої роботи за власні. У цьому разі він має виконати завдання повторно.

Політика дедлайнів і перескладень

Терміни захисту КР, екзамену та перескладень визначається розкладом, затвердженим деканом факультету.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Перед другою атестацією студенти виконують модульну контрольну роботу (МКР). Завдання МКР складається з питань, що виносяться на семестровий контроль (п.9), за виключенням тих, які не були розглянуті на заняттях.

Навчальним планом дисципліни «Взаємодія фізичних полів з біооб'єктами» передбачено таку рейтингову систему оцінювання успішності студентів.

Рейтинг студента складається з балів (за 100-бальною шкалою), які він отримує за:

1. поточний контроль засвоєння лекційного матеріалу (у середньому 5 відповідей кожного студента);
2. оцінка самостійної роботи студента (за п. 6);
3. відповіді на практичних заняттях (у середньому 10 відповідей кожного студента);
4. виконання та захист лабораторних робіт;
5. домашню контрольну роботу (ДКР);
6. відповідь на запитання.

Кількість балів та критерії оцінювання визначаються таким чином.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Поточний контроль (самостійне опрацювання тем, п.6 силабуса)

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів за 9 лекцій дорівнює:

2 бали $\cdot$ 8 = 16 балів.

Критерії оцінювання :

- повна відповідь..... 2 бали;
- задовільна відповідь..... 1 бал;
- незадовільна відповідь..... 0 балів.

2. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює: 5 балів $\cdot$ 9 = 45 балів.

По кожній із лабораторних робіт оцінюються :

а) підготовленість до роботи:

- вільне володіння теоретичним матеріалом, наявність підготовленого протоколу..... 2 бал;
- не підготовленість до лабораторної роботи (недопуск)..... 0 балів;

б) захист роботи:

- повна відповідь при захисті..... 3 бали;
- задовільна відповідь при захисті..... 2 бали;
- неповна відповідь при захисті..... 1 бал;
- робота захищена в інший день..... 0 балів.

3. Модульна контрольна робота (МКР)

Ваговий бал – 15.

Критерії оцінювання:

- повна відповідь на запитання..... від 13 до 15 балів;
- розкриття теми завдання з незначними помилками..... від 8 до 12 балів;
- достатнє розкриття теми, допущені суттєві помилки, неякісне оформлення роботи,..... від 4 до 7 балів;
- неповні або поверхневі відповіді, неякісне оформлення роботи.... від 1 до 3 балів;
- всі відповіді неправильні..... 0 балів.

5. Домашня контрольна робота (ДКР)

Ваговий бал – 24.

Критерії оцінювання:

- повне розкриття теми завдання і володіння нею з відображенням власної позиції та відповідним оформленням роботи..... від 21 до 24 балів;
- достатнє розкриття теми завдання з незначними помилками.. від 16 до 20 балів;
- достатнє розкриття теми, допущені помилки, неякісне оформлення роботи,..... від 7 до 15 балів;
- неповне або поверхневе розкриття теми, неякісне оформлення

роботи..... від 1 до 6 балів;
– тема не розкрита, завдання не виконано..... 0 балів.

6. Штрафні бали за:

– недопуск до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем..... -1 бал;
– відсутність на лекції, практичному або лабораторному занятті без поважної причини..... -1 бал;
– несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) виконання ДКР..... -2 бали.
Сума штрафних балів не має перевищувати $R_s = 10$ балів.

Розрахунок (RD) рейтингу за семестр

Сума максимально можливих балів контрольних заходів (позиції 1-5) протягом семестру складає:

$$R = 16 + 45 + 24 + 15 = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації

– Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент повинен набрати не менше ніж 16 балів («ідеальний» студент – 32 бали).

– Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен набрати не менше ніж 32 бали («ідеальний» студент – 64 бали).

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування усіх лабораторних робіт і ДКР.

Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менш ніж 60 балів і зарахування усіх лабораторних робіт і ДКР.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. При цьому до балів за ДКР та лабораторні роботи слід додати бали за контрольну роботу, і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з трьох запитань з різних розділів робочої програми з переліку, що наданий у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля.

За кожне питання студент може отримати бали відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)..... 9-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації)..... 7-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації).. 5-6 балів;
- «достатньо», неповна відповідь (не менше 50% потрібної інформації) 3-4 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 50% потрібної інформації)..... 0-2 бали.

Суму балів студента у випадку отримання заліку з кредитного модуля «автоматом», або суму балів за ДКР, лабораторні роботи та залікову контрольну роботу слід трансформувати у залікову оцінку за таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів

Оцінка

100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, що виносяться на семестровий контроль

1. Пояснити зміст терміну «фізичні поля». Навести приклади штучних і природних полів.
2. Пояснити залежність властивостей електромагнітних хвиль від їх довжини.
3. Назвати окремі області спектру електромагнітного випромінювання.
4. Пояснити загальний вплив сонячного випромінювання на організм людини.
5. Охарактеризувати діапазон електромагнітних хвиль, довжина яких більша ніж у інфрачервоного випромінювання.
6. Які основні властивості радіохвиль? Від чого залежить дальність поширення радіохвиль?
7. Дати характеристику діапазонам, на які поділяються радіохвилі в радіотехніці.
8. Охарактеризувати вплив радіохвиль різної довжини і потужності на живі організми.
9. Назвати способи захисту населення від постійних і змінних електромагнітних полів.
10. Дати характеристику ослаблення електромагнітного поля матеріалами.
11. У чому різниця між лазерним і звичайним видимим випромінюванням.
12. Дати пояснення просторової та часової когерентності.
13. Що таке поляризація хвилі. Типи поляризації.
14. Пояснити поняття інверсійної заселеності енергетичних рівнів атомів (молекул) речовини.
15. Газові лазери, їх основні характеристики та особливості.
16. Твердотільні лазери, їх основні характеристики та особливості.
17. Дія лазерного випромінювання на живі організми.
18. Назвати основні параметри Сонця як зірки і як основного природного джерела променевої енергії на Землі.
19. Пояснити вплив випромінювання Сонця на властивості атмосфери Землі.
20. Пояснити вплив атмосфери Землі на зміну спектра електромагнітних коливань радіації при проходженні до поверхні Землі.
21. Показати залежність кількості сонячної радіації від широти місцевості.
22. Яку частину складає інфрачервона радіація в загальному випромінюванні Сонця.
23. Що таке розсіяна радіація Сонця? Роль розсіяної радіації в загальному балансі сонячного випромінювання.
24. Які параметри навколишнього середовища покращують «теплову комфортність» людини?
25. Назвати основні штучні джерела інфрачервоної радіації.
26. Накреслити і пояснити графік залежності проходження інфрачервоного випромінювання від довжини хвилі для деяких частин тіла людини.
27. Яка частина енергії ІЧ-випромінювання пропускається та відбивається шкірою людини?
28. Шкіра людини як джерело власного випромінювання.
29. Яка частина власних тепловтрат людини припадає на випромінювання, конвекцію, випаровування?
30. Біологічна дія інфрачервоного випромінювання на живі організми.
31. Перелічити, на які частини організму людини діє інфрачервона радіація.
32. Сонце як основне джерело видимого світла на Землі.
33. Як залежить середня освітленість від висоти Сонця над обрієм?
34. Що таке пряме і розсіяне чи дифузійне освітлення?
35. Вплив снігового шару та різного роду хмар на видиме освітлення Сонця.

36. Біологічна дія світлової частини спектру випромінювання Сонця.
37. Вплив дії видимих променів залежно від довжини їх хвилі на нервову і м'язову систему людини.
38. Спектральний склад УФ-випромінювання, яке доходить до Землі.
39. Які фактори впливають на склад УФ-радіації на поверхні Землі?
40. Визначити одиницю еритемної дії ультрафіолетових променів. Яка в середньому кількість опромінення необхідна для виникнення еритеми?
41. Що таке мікроери і мікробакти?
43. Вплив розсіяної ультрафіолетової радіації на еритемний ефект.
44. Вплив стану атмосфери на зменшення ультрафіолетової радіації.
45. Як можна збільшити (зменшити) вплив УФ-випромінювання на організм людини?
46. Дати характеристики групам, на які поділяються штучні джерела ультрафіолетового випромінювання.
47. Назвати способи генерації ультрафіолетового випромінювання? Охарактеризувати основні штучні джерела ультрафіолетової радіації.
48. Пояснити виникнення озону в атмосфері Землі під дією ультрафіолетових променів. На якій висоті розташований основний шар озону?
49. Пояснити вплив ультрафіолетової радіації на іонізацію повітря та інших середовищ.
50. Які процеси виникають в організмі людини під дією ультрафіолетових променів? Пояснити виникнення еритеми і пігментації на шкірі людини.
51. Показати залежність відбиття та прозорості шкіри від довжини хвилі ультрафіолетового випромінювання.
52. Пояснити дію ультрафіолетового випромінювання, в результаті якої в організмі людини утворюється вітамін D. Роль вітаміну D у життєдіяльності організму.
53. Пояснити дію ультрафіолетових променів на деякі бактерії.
54. Ураження окремих органів людини ультрафіолетовим випромінюванням.
55. Як взаємодіє рентгенівське випромінювання з речовиною. Які фізичні процеси приводять до його ослаблення?
56. За яким законом змінюється інтенсивність рентгенівського випромінювання при його поширенні в біотканинах?
57. Що таке шкала Хаунсфілда та одиниця виміру HU?
58. Які основні вимоги до проникаючого випромінювання, що застосовується у медицині?
59. Назвати природні та штучні джерела рентгенівського випромінювання.
60. Вплив рентгенівського випромінювання на біологічні об'єкти.
61. Засоби захисту живих організмів від негативної дії рентгенівських променів.
62. У яких галузях медицини застосовується рентгенівське випромінювання?
63. Пояснити принципи класичної комп'ютерної томографії.
64. Охарактеризувати α -, β -частки і γ -промені. Назвати джерела їх виникнення.
65. У якому випадку при радіоактивному розпаді виникає потік нейтронів?
66. Про що говорить наявність нейтронів у потоці елементарних часток?
67. Охарактеризувати проникаючу дію α -, β -частинок, нейтронів і γ -променів у різних середовищах.
68. Дія радіації на біологічні об'єкти.
69. Що таке акустичне поле? Привести його основні характеристики.
70. Пояснити природу та привести фізичні характеристики акустичних хвиль.
71. Охарактеризувати акустичні властивості біологічних тканин людини і назвати фактори, які на них впливають.
72. Фізична та фізико-хімічна дія акустичного випромінювання на біоб'єкти.
73. Пояснити явище кавітації та навести приклади його біомедичного застосування.
74. Які параметри біотканин є основними в ультразвуковій діагностиці?
75. Як визначається коефіцієнт відбиття УЗ хвиль від межі розділу двох середовищ?
76. Що таке коефіцієнти поглинання, розсіювання та згасання УЗ хвиль?
77. У чому суть ефекту Доплера? Які фізіологічні показники людини дозволяють реєструвати доплерівський метод?
78. Назвати методи ультразвукової лунолокації. Який з них більш поширений?
79. Пояснити принцип роботи ультразвукової діагностичної установки.

80. За якими ознаками проводиться класифікація сучасних ультразвукових сканерів?
81. Дати поняття про клітину, як про елементарну живу систему. Загальний план будови, її основні елементи.
82. Клітина як основна структурно-функціональна одиниця тканини. Назвати основні компоненти клітини та їхні морфо-функціональні характеристики.
83. Клітинний цикл. Його етапи, морфо-функціональна характеристика. Особливості клітинного циклу в клітинах різних видів.
84. Ядро, його значення в життєдіяльності клітини. Основні компоненти. Ядерно - цитоплазматичні співвідношення як показник функціонального стану людини.
85. Тканина як один із рівнів організації живого. Поняття про клітинні популяції.
86. Назвати основні типи тканин людського організму, та їхні морфо-функціональні характеристики.
87. Назвати основні системи людського організму, дати їхню структурно-функціональну та морфо-функціональну характеристику.
88. Охарактеризувати органи центральної нервової системи, дати загальну морфо-функціональну характеристику. Будова білої і сірої речовини.
89. Пояснити механізм передачі нервового імпульсу.
90. Червоний і жовтий кістковий мозок.
91. Дати морфо-функціональну характеристику ендокринної системи.
92. Функціональна характеристика серцево-судинної системи та органів кровотворення.

Приблизна тематика завдань на ДКР

№	Тема
1	Розрахунок конструктивних параметрів електромагнітних екранів при роботі з джерелами неіонізуючої радіації. Варіанти завдання: • діапазон частот (високі, надвисокі, надзвичайно високі частоти); • матеріал екрану, інтенсивність джерел електромагнітного випромінювання.
2	Розрахунок конструктивних параметрів електромагнітних екранів при роботі з джерелами неіонізуючої радіації. Варіанти завдання: • діапазон частот (високі, надвисокі, надзвичайно високі частоти); • матеріал екрану, інтенсивність джерел електромагнітного випромінювання.
3	Розрахунок коефіцієнтів відбиття та поглинання випромінювання радіодіапазону біологічними середовищами. Варіанти завдання: • частот (високі, надвисокі, надзвичайно високі частоти); • вид біологічного середовища (кров, шкіра, м'язи, кістка тощо).
4	Розрахунок коефіцієнта поглинання лазерного випромінювання біотканинами. Варіанти завдання: • вид біологічної тканини (кров, шкіра, м'язи, кістка тощо); • довжина хвилі лазерного випромінювання.
5	Розрахунок основних характеристик штучного джерела ультрафіолетового випромінювання біомедичного застосування. Варіанти завдання: • ртутні лампи дугового розряду медичного призначення різного типу та потужності.
6	Визначення товщини захисних екранів при роботі з джерелами іонізуючої радіації. Варіанти завдання: • вид джерела іонізуючої радіації (потік α -, β -частинок, нейтронів або γ -променів); • інтенсивність потоку частинок чи випромінювання.
7	Розрахунок характеристик поширення ультразвуку в біологічних тканинах. Варіанти завдання: • вид біологічного середовища, у якому поширюється ультразвукове випромінювання (м'язи, кістка, залози інші внутрішні органи).

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Лабораторні заняття, в яких передбачено застосування програмного забезпечення,

проводяться в комп'ютерних класах (402-17, 404-17), які мають 18 робочих місць з інстальованими програмами. Для виконання завдань практичних занять розроблено методичні рекомендації, які розміщені в Google classroom.

Лабораторні заняття проводяться у навчальній лабораторії (301-17) та з макетами для виконання робіт, зазначених у п. 5. Методичні рекомендації до робіт розміщені в Google classroom.

Лабораторні роботи з дисципліни "Взаємодія фізичних полів з біооб'єктами" виконуються в комп'ютерному класі на сучасних комп'ютерах в програмному середовищі COMSOL Multiphysics (демо-версія). Клас оснащений 12 машинами, що дає змогу кожному студенту працювати самостійно. Також в комп'ютерному класі розміщено великий екран, на якому викладач демонструє та пояснює виконання складніших завдань. Та не є забороненим виконувати завдання на своїх ноутбуках, якщо так зручніше студентам, для цього в класі спеціально відведені посадочні місця без машин.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Перегудов С. М.](#);

Ухвалено кафедрою ПРЕ (протокол № 06/2025 від 24.06.2025)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06/2025 від 25.06.2025)