

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра молекулярної і медичної біофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету радіофізики,
біомедичної електроніки та
комп'ютерних систем

 Сергій ШУЛЬГА
«04» червня 2024 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

РАДІАЦІЙНА БІОФІЗИКА

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали
(шифр і назва)

освітня програма "Біофізика"
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни обов'язкова
(обов'язкова / за вибором)

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2024 / 2025 навчальний рік


Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем.
24 червня 2024 року, протокол №6.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:


Січевська Лариса Вікторівна, кандидат біологічних наук, доцент кафедри молекулярної і медичної біофізики.

Програму схвалено на засіданні кафедри молекулярної і медичної біофізики.
Протокол від 24 червня 2024 року, протокол №6.

Завідувач кафедри молекулярної і медичної біофізики


_____ Володимир БЕРЕЧ

Програму погоджено з гарантом освітньої-професійної програми «Біофізика».
Гарант освітньої професійної програми «Біофізика»


_____ Володимир БЕРЕЧ

Програму погоджено методичною комісією факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем.
Протокол від 24 червня 2024 року, протокол №6.

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем


_____ Олександр БУТРИМ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Радіаційна біофізика» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістрів

Спеціальності 105 - прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма Біофізика

1. Опис навчальної дисципліни

- 1.1. **Метою викладання навчальної дисципліни** є освоєння фундаментальних основ взаємодії неіонізуючого електромагнітного випромінювання з біологічними об'єктами, основних фізичних механізмів дії неіонізуючого електромагнітного випромінювання мікрохвильового та радіочастотного діапазонів на біологічні об'єкти; ознайомлення з основними типами біофізичних моделей біологічних ефектів за умов впливу неіонізуючого випромінювання.
- 1.2. **Основними завданнями вивчення дисципліни** є сформувати у здобувачів вищої освіти наступні загальні та фахові компетентності:

Загальні компетентності

1. Здатність до абстрактного та системного мислення, аналізу та синтезу (K01).
2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (K02).
3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (K03).
4. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (K08).
5. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (K09).
6. Прагнення до збереження навколишнього середовища (K10).
7. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо. Готовність діяти в нестандартних ситуаціях (K11).
8. Розуміння та сприйняття важливості внеску в розв'язок загальних соціальних проблем: екологічної грамотності та захисту довкілля, захисту прав громадян, охорони здоров'я і безпеки праці тощо (K16).
9. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (K19).

Фахові компетентності

1. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації (K27).
2. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту (K31).

3. Здатність аналізувати отримані результати, презентувати їх фахівцям у даній галузі, оформлювати наукові статті та науково-технічні звіти (К33).

1.3. Кількість кредитів 6

1.4. Загальна кількість годин 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
7-й	-й
Лекції	
48 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
100 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «РАДІАЦІЙНА БІОФІЗИКА» здобувачі вищої освіти повинні досягти таких результатів навчання.

Програмні результати навчання

1. Здатність продемонструвати поглиблені знання у вибраній спеціалізації (ПР03).
2. Здатність продемонструвати розуміння впливу технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті (ПР04).
3. Вміти застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та аналізу елементів та систем, характерних обраній спеціалізації (ПР09).
4. Вміти здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел (ПР10).
5. Здатність адаптуватись до нових умов та самостійно приймати рішення (ПР19).
6. Здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань (ПР20).

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- фізичні властивості електромагнітного випромінювання мікрохвильового та радіочастотного діапазонів;
- основні фізичні механізми взаємодії електромагнітного неіонізуючого випромінювання з біологічними об'єктами;
- механізми дії електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону на біологічно важливі макромолекули;
- механізми дії електромагнітного випромінювання мікрохвильового діапазону на біологічно важливі макромолекули.

вміти:

- аналізувати особливості взаємодії випромінювання мікрохвильового та радіочастотного діапазонів з біооб'єктами;
- працювати з науковою літературою.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Фізичні характеристики та первинні механізми взаємодії електромагнітних випромінювань з біологічними об'єктами

Тема 1. Основні властивості електромагнітних випромінювань.

Зміст. Загальні фізичні характеристики. Модуляція ЕМВ та її види. Класифікація електромагнітних випромінювань. Природні та техногенні джерела електромагнітних випромінювань. Система контролю та урегулювання, щодо використання штучних джерел електромагнітного випромінювання.

Тема 2. Основи взаємодії електромагнітних випромінювань із біологічними об'єктами.

Зміст. Взаємодія немодульованого ЕМВ з біологічними об'єктами. Особливості взаємодії імпульсного випромінювання з біологічними об'єктами.

Тема 3. Електричні властивості біологічних об'єктів.

Зміст. Електричні властивості біологічних об'єктів та їх залежність від частоти електромагнітних випромінювань. Електрична поляризація та її види. Частотна залежність (дисперсія) електричних властивостей біологічних об'єктів. Електричні властивості молекул і клітин у радіочастотному та мікрохвильовому діапазонах.

Тема 4. Особливості біологічної дії електромагнітних випромінювань.

Зміст. Дозиметрія електромагнітних випромінювань. Екстраполяція результатів дозиметрії з тварин на людину.

Тема 5. Вплив електромагнітних випромінювань на організм.

Зміст. Загальна характеристика механізмів біологічної дії електромагнітні випромінювання. Вплив електромагнітних випромінювань на організм: Теплова концепція. Нетеплові концепції. Механізми впливу на молекулярному, мембранному та клітинному рівнях. Роль молекул води: розчини електролітів, макромолекул, біологічні мембрани та клітини.

Розділ 2. Медичні аспекти дії електромагнітного випромінювання радіочастотного та мікрохвильового діапазонів.

Тема 6. Вплив електромагнітних випромінювань на людину.

Зміст. Зміни в організмі людини під впливом електромагнітних випромінювань: гостре опромінення; хронічне опромінення. Механізми впливу ЕМВ на організм.

Тема 7. Гігієнічне нормування та захист від електромагнітних випромінювань.

Зміст. Міжнародні гігієнічні норми впливу ЕМВ. Захист від електромагнітних випромінювань.

Тема 8. Застосування електромагнітних випромінювань у терапії та медичній діагностиці.

Зміст. Терапевтичне застосування електромагнітних випромінювань. Принципи методу УВЧ (ультрависокочастотна терапія). Принципи методу мікрохвильової терапії.

Тема 9. Застосування електромагнітних випромінювань у медичній діагностиці.

Зміст. Метод діагностування МРТ: основи і принципи реалізацію методу. Принцип формування тривимірного зображення в методі МРТ.

Розділ 3. Екологічні аспекти дії електромагнітного випромінювання радіочастотного та мікрохвильового діапазонів.

Тема 10. Загальна характеристика екологічно стану природного середовища по показнику електромагнітного забруднення.

Зміст. Джерела електромагнітних полів в навколишньому середовищі людини: радіочастотний діапазон. Зміни електромагнітних параметрів біосфери у зв'язку з діяльністю людини. Джерела електромагнітного випромінювання штучного походження. Моніторинг електромагнітного забруднення.

Тема 11. Екологічна небезпека від засобів мобільного зв'язку.

Зміст. Сучасні засоби мобільного зв'язку: станції, антени, мобільні телефони. Електромагнітне навантаження людини від засобів мобільного зв'язку.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Фізичні характеристики та первинні механізми взаємодії електромагнітних випромінювань з біологічними об'єктами												
Разом за розділом 1	66	22	8			36						
Розділ 2. Медичні аспекти дії електромагнітного випромінювання радіочастотного та мікрохвильового діапазонів.												
Разом за розділом 2	58	14	12			32						
Розділ 3. Екологічні аспекти дії електромагнітного випромінювання радіочастотного та мікрохвильового діапазонів.												
Разом за розділом 3	56	12	12			32						
Усього годин	180	48	32			100						

4. Теми семінарських (практичних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фізичні особливості електромагнітного випромінювання.	2
2	Особливості генерування теплових ефектів в біологічному об'єкті під впливом ЕМВ.	2
3	Механізм нетеплового впливу ЕМВ на біологічні об'єкти.	2
4	Електричні властивості біологічних об'єктів та їх залежність від частоти зовнішнього електромагнітного поля.	4
5	Загальна характеристика терапевтичної дії УВЧ випромінювання.	4
6	Особливості мікрохвильової терапії.	4
7	Особливості методу магнітно-резонансної томографії.	2
8	Екологічні наслідки електромагнітного забруднення навколишнього середовища.	4
9	Високочастотне електромагнітне забруднення: радіостанції, засоби радіозв'язку, мобільний зв'язок.	4
10	Механізми впливу електромагнітного забруднення на	4

	біосферу.	
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форми контролю
1	Класифікація електромагнітних випромінювань.	6	Опитування
2	Фізичні властивості радіочастотного та мікрохвильового випромінювання.	8	Опитування
3	Природні джерела ЕМВ.	6	Опитування
4	Техногенні джерела ЕМВ.	8	
5	Дозиметрія радіочастотного та мікрохвильового випромінювання.	8	Опитування
6	Особливості впливу немодульованого ЕМВ на біологічні об'єкти.	6	Опитування
7	Особливості взаємодії імпульсного випромінювання з біологічними об'єктами.	8	Опитування
8	Механізми дії ЕМВ на біологічно важливі макромолекули.	6	Опитування
9	Механізми впливу мікрохвильового випромінювання на клітинному рівні.	8	Опитування
10	Роль молекул води в формуванні механізмів впливу радіочастотного і мікрохвильового випромінювань	8	Опитування
11	Концепція теплового впливу ЕМВ.	8	Опитування
12	Дія електромагнітного випромінювання на живий організм.	8	Опитування
13	Екологічні проблеми електромагнітного забруднення.	6	Опитування
14	Захист від дії мікрохвильового ЕМВ.	6	Опитування
	Разом	100	

6. Методи навчання

Лекція, практичні заняття, семінарські заняття, самостійна робота студентів.

7. Методи контролю

Самоконтроль здійснюється студентами при виконанні завдань для самопідготовки та самоконтролю по кожному розділу курсу.

Поточний контроль. Контроль знань студентів включає поточне експрес-опитування, розв'язання ситуаційних задач, семестрова контрольна робота:

- **усне опитування:** здійснюється перед та під час лекції з метою контролю засвоєння теоретичних положень
- **розв’язання ситуаційних задач:** призначено для контролю здатності узагальнювати знання, набуті під час вивчення відповідної теми, розділу курсу, для контролю здатності трактування, аналізу та оцінки результатів досліджень;
- **контрольна робота:** передбачає розв’язання задач за темами лекційного курсу.

Підсумковий семестровий контроль здійснюється у формі екзамену і передбачає письмову відповідь на теоретичні питання, розв’язування ситуаційних задач.

8. Розподіл балів, які отримують студенти

Максимальна кількість балів, які може набрати здобувач вищої освіти за виконання програми курсу «Радіаційна біофізика» складає 100 балів.

Максимальна кількість балів, які може набрати здобувач вищої освіти за виконання контрольної роботи складає 20 балів, за доповідь на семінарському занятті - 20 балів, за виконання практичного завдання (аналітичне ессе) – 20 балів, виконання завдань підсумкового семестрового контролю – 40 балів.

Поточний контроль, самостійна робота, виконання практичного завдання				Підсумкова екзаменаційна робота	Сума
Кількість балів за виконання контрольної роботи	Кількість балів за виконання практичного завдання	Доповідь на семінарському занятті	Разом		
T1-T6	T7-T15	T1-T15	T1-T15		
20	20	20	60	40	100

Схема нарахування балів за контрольну роботу

Контрольна робота оцінюється за шкалою від 0 до 20 балів.

Студент дає відповідь на 4 завдання за програмою навчальної дисципліни, кожне оцінюється в 5 балів:

5 балів – розв’язання задачі здійснено з застосуванням відповідних формул, які адекватно пояснюють явища чи процеси; не допущено помилок в математичних розрахунках; правильно врахована розмірність фізичних величин;

4 бали – розв’язання задачі правильне, але є неточності в здійсненні математичних розрахунків;

3 бали – на фоні логічного розв’язання задачі присутні помилки в розрахунках та визначенні розмірностей фізичних величин;

- 2 бали – студентом вибрано нераціональний спосіб розв’язання задачі, у розв’язанні задачі студент обмежується лише визначенням основних формул;
- 1 бал – розв’язання задачі містить поодинокі елементи правильної інформації
- 0 балів – розв’язання задачі неправильне або відсутнє.

Схема нарахування балів за виконання практичного завдання.

Практичне завдання оцінюється за шкалою від 0 до 20 балів. Робота з науковою статтею з періодичних наукових фахових видань передбачає опрацювання матеріалу статті, аналіз статті, написання аналітичного есе або доповідь за матеріалами статті на семінарському занятті. При опрацюванні статті і написанні есе студент отримує максимальну кількість балів – 20 балів.

Схема нарахування балів за семінарське (практичне) завдання.

Підготовка реферату та доповідь за темою реферату на семінарському занятті оцінюється в 20 балів.

Критерії оцінки успішності студентів при семестровому контролі та виконанні письмових робіт

Оцінку «відмінно» (5 балів – за завдання; 90-100 балів за курс у цілому) отримує студент, якщо він:

- чітко розуміє зміст і вільно володіє спеціальною термінологією; встановлює взаємозв’язок основних понять;
- вільно використовує набуті теоретичні знання для аналізу практичного матеріалу; демонструє високий рівень набутих практичних навичок.
- міцно засвоїв зміст навчальної дисципліни, наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- вміє повністю, глибоко і всебічно розкрити зміст матеріалу, поставленого завдання чи проблеми; комплексно вирішувати поставлені завдання чи проблему; правильно застосовує одержані знання з різних дисциплін для вирішення завдань чи проблем; послідовно і логічно викладає матеріал.

Допускається декілька неточностей у викладенні матеріалу, які не приводять до помилкових висновків і рішень.

Оцінку «добре» (4 бали – за завдання; 70-89 балів за курс у цілому) отримує студент, якщо він:

- добре засвоїв основний зміст навчальної дисципліни, основні ідеї наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- точно використовує термінологію;

- має практичні навички з аналізу матеріалу.

Допускається декілька неточностей у використанні спеціальної термінології, похибок у логіці викладу теоретичного змісту або аналізу практичного матеріалу, несуттєвих та не грубих помилок у висновках та узагальненнях, що не впливають на конкретний зміст відповіді. Наявні неточності та помилки враховуються при визначенні оцінки за 100-бальною шкалою та відповідної літери В або С.

Оцінку «задовільно» (3 бали – за завдання; 50-69 балів за курс у цілому) студент отримує, якщо:

- у відповіді суть запитання в цілому розкрита, але зміст питання викладено частково; студент невпевнено орієнтується у змісті наукових першоджерел та рекомендованої літератури;
- при викладенні матеріалу, поясненні термінології та вирішенні практичних питань зроблені суттєві помилки.

Оцінку «незадовільно» (менше 50 балів) студент отримує, якщо:

- основний зміст завдання не розкрито; студент майже не орієнтується у наукових першоджерелах та рекомендованій літературі; не знає наукових фактів та визначень;
- допущені суттєві помилки у висновках;
- студент не володіє спеціальною термінологією;
- наукове мислення та практичні навички майже не сформовані.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендоване методичне забезпечення

Конспекти лекцій. Презентації до лекційного матеріалу.

Базова література

1. Adair R.K. Biophysical limits of athermal effects of RF and microwave radiation // Bioelectromagnetics.—2003.—V. 24, N. 1.—P. 39–48. 61.
2. Adey W.R. Tissue interaction with nonionizing electromagnetic fields // Physiol. Rev.—1981.—V. 61, N. 2.—P. 435–514.
3. Berteaud A.-J. Interactions of electromagnetic fields with living cells and molecular systems // Biological Effects and Dosimetry of Nonionizing Radiation. Radiofrequency and Microwave Energy / NATO ASI ser. Ser. A.— N.Y.; L.: Plenum Press, 1983.—V. 49.—P. 319–335.
4. Electromagnetic fields (300 Hz to 300 GHz) / Environmental Health Criteria; 137.—World Health Organization, Geneva, 1993. <http://www.inchem.org>.
5. Biological effects of electric and magnetic fields/edited by David O. Carpenter, Sinerik Ayrapetyan. - Academic Press, 1994. - V.1-369 p. V.2-357 p.
6. Iarc Monographs On the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields // Lion, France. - volume 80, 2002. - 445p.
7. Iarc Monographs On the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Non-ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields // Lion, France. - volume 102, 2013. - 445p.

Допоміжна література

1. Лук'янова Л. Б. Основи екології, методика екологізації фахових дисциплін: Навчально-методичний посібник для викладачів. – Вид. 2-ге змінене і доповнене. – Київ :ТОВ «ДСК – Центр». – 210 с.
2. Кучерявий В.П. Загальна екологія: підруч. для студ. вищих навч. заклад. / В.П. Кучерявий. – Львів: Світ, 2010. – 520 с.
3. Яремчук М. Вплив електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону на біологічні об'єкти / М. Яремчук // Вісник Львівського університету. Сер. : Біологічна. - 2014. - Вип. 65. - С. 34-49.
4. Давидов А.С. Біологія та квантова механіка. – Київ: Наукова думка, 1979. – 296 с.