

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра медичної фізики та біомедичних нанотехнологій



Робоча програма навчальної дисципліни

МЕДИЧНА І БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалавр)

галузь знань _____ Е Природничі науки, математика та статистика
(шифр і назва)

спеціальність _____ Е6 Прикладна фізика та наноматеріали
(шифр і назва)

освітня програма _____ освітньо-професійна програма «Медична фізика та біонаноматеріали»
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ за вибором
(обов’язкова / за вибором)

факультет _____ ННІ «Фізико-технічний факультет»

2025 / 2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою ННІ «Фізико-технічний факультет»

“28” серпня 2025 року, протокол № 7

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Трусова Валерія Михайлівна, д.ф.-м.н., професор, професор кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій

Шейна Ірина Валеріївна, к.ф.-м.н., доцент кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій

Програму схвалено на засіданні кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій

Протокол від 26 серпня 2025 року,

Завідувачка кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій



Валерія ТРУСОВА

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми "Біомедичні нанотехнології"

Гарант освітньо-професійної програми "Біомедичні нанотехнології"



Ольга ЖИТНЯКІВСЬКА
(підпис)

Програму погоджено науково-методичною комісією ННІ «Фізико-технічний факультет»

Протокол від “27” серпня 2025 року № 12

Голова методичної комісії ННІ «Фізико-технічний факультет»



Уляна МАЛОВИЦЯ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Медична і біологічна фізика» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (назва рівня вищої освіти)

спеціальності Е6 «Прикладна фізика та наноматеріали»

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Медична і біологічна фізика» є необхідною складовою циклу професійної підготовки фахівців першого освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», в якій розглядаються молекулярні основи медичної і біологічної фізики, фізика біомембран та нервової провідності, механохімічні процеси та біофізика системи кровообігу, взаємодія фізичних полів з біосистемами та організмом людини.

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є засвоєння основних особливостей будови і функціонування біосистем, фізичних та фізико-хімічними явищ у живих організмах, специфіки взаємодії фізичних факторів з біологічними структурами, що повинні бути враховані при розробці нових методів діагностики, терапії і хірургії.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є опанування методів розробки фізико-математичних моделей біологічних систем різного рівню організації та засвоєння експериментальних методів дослідження біологічних об'єктів.

Вивчення дисципліни «Медична і біологічна фізика» спрямовано на забезпечення таких загальних (ЗК) та фахових компетентностей (ФК) за спеціальністю, затвердженого Стандартом вищої освіти:

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК 12. 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 та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ФК 6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

ФК 9. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

ФК 13. Здатність працювати з біологічними агентами, що використовують у біотехнологічних процесах, зокрема: з білками, нуклеїновими кислотами, мембранами, клітинами, тощо.

1.3. Кількість кредитів – 6

1.4. Загальна кількість годин – 180.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна

Денна форма навчання
Рік підготовки
4-й
Семестр
7,8-й
Лекції
46 год.
Лабораторні заняття
60 год.
Практичні заняття
год.
Самостійна робота
74 год.
Індивідуальні завдання
2 год.

1.6. Заплановані результати навчання

Очікувані результати навчання відповідають програмним результатам навчання ОП «Медична і біологічна фізика» за спеціальністю 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»:

ПРН-1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

ПРН-2. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

ПРН-3. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, механіки суцільних середовищ, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та геометричної оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з теоретичної та прикладної фізики.

ПРН-4. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПРН-5. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

ПРН-6. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.

ПРН-7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

ПРН-8. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

ПРН-9. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

ПРН-10. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.

ПРН-11. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи

ПРН-12. Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.

ПРН-13. Знати, аналізувати, прогнозувати та оцінювати основні екологічні аспекти загального впливу промислово-технологічної діяльності людства, а також окремих фізичних явищ, наукових досліджень та процесів (природних і штучних) на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини.

ПРН-14. Розуміти основні принципи здорового способу життя та вміти застосовувати їх для підтримки власного здоров'я та працездатності.

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна:

Відповідно до вимог ОКХ бакалавра прикладної фізики та наноматеріалів, студенти будуть: **знати** загальні принципи застосування фізико-математичних методів у медичній фізиці та біофізиці.

вміти проводити дослідження механізмів функціонування біологічних структур фізичними методами.

1.8. Пререквізити: вказати перелік дисциплін, що передують вивченню даної дисципліни:

Для легшого засвоєння матеріалів курсу «Медична і біологічна фізика» рекомендується пройти такі дисципліни: «Загальна фізика», «Математичний аналіз», «Фізична хімія», «Біохімія».

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Молекулярні основи медичної і біологічної фізики.

Тема 1. Місце біофізики і медичної фізики у сучасній науці. Задачі та методичні підходи біофізики і медичної фізики. Розділи біофізики і медичної фізики, їх взаємодія та перспективи їх розвитку.

Тема 2. Основні особливості хімії живих систем. Білки. Електроліти. Склад та первісна структура білків. Нуклеїнові кислоти. Хіральність біологічних молекул. Ліпіди.

Тема 3. Водні розчини. Біологічна роль води. Аномальні фізичні властивості води. Структурні моделі води. Водні розчини електролітів. Гідратація іонів. Теорія іонної атмосфери Дебая-Хюккеля. Біологічна роль іонів.

Тема 4. Фізичні властивості макромолекул. Природа внутрішніх та міжмолекулярних взаємодій. Сильні та слабкі взаємодії в біологічних молекулах. Макромолекули і високоеластичність. Внутрішнє обертання та поворотна ізомерія. Макромолекула як кооперативна система. Клубок та глобула. Методи дослідження макромолекул. Поліелектролітна природа макромолекул.

Тема 5. Фізичні властивості білка. Задачі фізики білка. Фізико-хімічні властивості амінокислот. Первинна та вторинна структура білка. Конформація поліпептидного ланцюга. Перехід спіраль-клубок. Білкова глобула та гідрофобні взаємодії. Зв'язок між первинною та просторовою структурами білка. Проблема самозбирання білкової глобули. Структура та стійкість глобули.

Тема 6. Фізика нуклеїнових кислот. Структура нуклеїнових кислот. Фізичні властивості мономерів нуклеїнових кислот. Типи спіральної структури ДНК та РНК. Біологічна роль нуклеїнових кислот.

Розділ 2. Фізика біомембран та нервової провідності.

Тема 7. Структура та функції мембран. Основні функції біологічних мембран у живій клітині. Розвиток уявлень про молекулярну будову біомембран. Сучасна модель будови ліпідної мембрани. Основні класи та будова органічних ліпідів. Впорядковані супрамолекулярні ліпідні системи. Актуальність та сучасний стан теоретичного дослідження та молекулярного моделювання біологічних мембран та систем на їх основі.

Тема 8. Мембранні ліпіди. Фосфоліпідні біслої та мембрани. Експериментальні методи дослідження будови та фізико-хімічних властивостей біологічних мембран. Ліпідний

склад мембрани та її фізико-хімічні характеристики. Фазові перетворення. Методи отримання модельних мембранних систем.

Тема 9. Міжмолекулярні взаємодії в мембранах. Ліпід-ліпідні взаємодії. Мембранні білки. Основні види білок-ліпідних взаємодій. Сили, що стабілізують комплекси білків з ліпідами. Білок-білкові супрамолекулярні ансамблі.

Тема 10. Транспорт в мембранах. Пасивний та активний мембранний транспорт. Внутріклітинний транспорт білків. Дифузія крізь мембрану. Явище осмосу. Тонічність розчинів.

Тема 11. Електрогенез мембран. Мембранний потенціал. Потенціал спокою. Рівняння Гольдмана. Рівняння Томаса. Натрій-калієві канали. Природа та властивості потенціалу дії. Рівняння Ходжкіна-Хакслі. Генерація нервового імпульсу. Структура та властивості потенціал-залежних іонних каналів. Мієлінові та безмієлінові волокна.

Тема 12. Фізичні аспекти нервової провідності. Природа тваринної електрики. Аксон та нервовий імпульс. Генерація та поширення нервового імпульсу. Еквівалентна електрична схема. Механізми активного транспорту іонів крізь мембрану. Іонні канали, воротний струм. Молекулярний механізм перенесення іонів крізь мембрану. Синаптична передача імпульсу.

Розділ 3. Механохімічні процеси та біофізика системи кровообігу.

Тема 13. Структура м'язів та м'язових білків. Гістологічні типи м'язів. Структура м'язової тканини. Структура білків актину та міозину.

Тема 14. Механізм м'язового скорочення. Ковзна модель скорочення м'язів. Історичний огляд моделей м'язового скорочення. Послідовність процесів під час м'язового скорочення. Основні положення теорії ковзних ниток.

Тема 15. Енергетика м'язів. Механохімічні системи. Класична схема Лімна та Тейлора. Джерела енергії м'язового скорочення. Основні особливості механохімічних систем.

Тема 16. Біомеханічні властивості м'язів. Пасивні та активні властивості м'язів. Моделі Максвела та Кельвіна-Фойхта. Повзучість та релаксація напруги. Типи скорочення м'язового волокна. Зв'язок довжина-напруга при ізометричному скороченні. Трикомпонентна модель Хілла.

Тема 17. Рівняння Хілла. Тетанус. Експериментальні дослідження Хілла. Емпіричне рівняння Хілла. Потужність та ККД м'язового волокна.

Тема 18. Теоретичні основи моделювання м'язового скорочення. Основні постулати математичного моделювання м'язового скорочення. Теорія Хакслі. Теорія Дещеревського.

Тема 19. Реологічні характеристики крові. Швидкість осідання еритроцитів. Склад крові. В'язкість крові та її залежність від гематокриту, швидкості зсуву, температури та ступеня агрегації еритроцитів. Ефект Фареуса-Ліндквіста. Механічні властивості еритроцитів. Методи визначення в'язкості рідини. Швидкість осідання еритроцитів.

Тема 20. Гемодинамічні характеристики крові. Лінійна швидкість та потік крові. Режими течії крові. Типи судин та основні закони гемодинаміки в них. Тиск крові. Закон Хагена-Пуазейля. Гідродинамічний опір судин.

Тема 21. Модель Франка. Функціональна організація кровоносної системи. Гідродинамічна модель Франка. Аналогія між законами Хагена-Пуазейля та Ома.

Тема 22. Пульсова хвиля. Перенесення речовин в капілярній системі. Швидкість пульсової хвилі. Дифузійний та конвективний способи обміну речовин в капілярній системі. Онкотичний тиск. Процеси фільтрації та реабсорбції. Зсув фільтраційно-реабсорбційної рівноваги. Набряк.

Тема 23. Фізичні методи вимірювання тиску та швидкості кровотоку. Прямі та непрямі методи вимірювання тиску крові. Методи вимірювання лінійної швидкості та потоку крові (електромагнітна та ультразвукова флоуметрія, термоелектричні методи, оклюзійна плетизмографія, індикаторний метод).

Розділ 4. Взаємодія фізичних полів з біосистемами та організмом людини

Тема 24. Вплив низьких температур на біоб'єкти. Використання низьких температур в медицині. Фізичні основи низькотемпературного консервування. Кріопротектори. Гіпобіоз та гіпотермія людини. Загальна та краніоцеребральна гіпотермія. Клінічні ефекти кріотерапії. Кріохірургія.

Тема 25. Використання ультразвуку в біології та медицині. Методи ультразвукової (УЗ) томографії. Одновимірні та двовимірні режими УЗ томографії. Допплерівські режими УЗ томографії. Тривимірні зображення. Основні типи УЗ сканерів. Медична інтенсиметрія та метрологія.

Тема 26. Ультразвукові явища. Застосування ультразвуку в методах терапії і діагностики. Фізіологічні ефекти УЗ терапії. Області застосування УЗ в хірургії.

Тема 27. Слухова рецепція. Фізичні принципи будови органів слуху у людини. Метод аудіометрії. Будова органу слуху людини. Теорії фізіології слуху. Поріг чутності та больового відчуття. Закон Вебера-Фехнера. Метод аудіометрії.

Тема 28. Взаємодія електромагнітних полів з біологічними структурами. Первинна дія постійного струму на тканини організму. Гальванізація. Електрофорез. Вплив імпульсного струму. Електростимуляція. Діатермія та дарсонвалізація. Діатермія. Дарсонвалізація. Аероіони та їхнє лікувально-профілактичне значення. Франклінізація. Вплив змінного електричного поля. УВЧ-терапія. Вплив електромагнітних хвиль. ДЦВ- та мікрохвильова терапія. Вплив НЧ магнітного поля. Індуктотермія.

Тема 29. Радіаційна біофізика. Дія іонізуючих випромінювань на різних рівнях біологічної організації.

Тема 30. Радіоліз води. Проблема забруднення навколишнього середовища. Застосування іонізуючого випромінювання в медицині.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Молекулярні основи медичної і біологічної фізики						
Тема 1. Місце біофізики і медичної фізики у сучасній науці		1		2		
Тема 2. Основні особливості хімії живих систем		1		4		4
Тема 3. Водні розчини		1		2		4
Тема 4. Фізичні властивості макромолекул		1		2		3
Тема 5. Фізичні властивості білка.		2		3		3
Тема 6. Фізика нуклеїнових кислот.		2		3		2
Разом за розділом 1		8		16		16
Розділ 2. Фізика біомембран та нервової провідності						
Тема 7. Структура та функції мембран.		2		2		4
Тема 8. Мембранні ліпіди.		1		4		4
Тема 9. Міжмолекулярні взаємодії в мембранах.		2		2		4
Тема 10. Транспорт в мембранах.		2		2		4
Тема 11. Електрогенез мембран.		2		3		2
Тема 12. Фізичні аспекти нервової провідності.		1		3		
Разом за розділом 2		10		16		18
Розділ 3. Механохімічні процеси та біофізика системи кровообігу						
Тема 13. Структура м'язів та м'язових білків.		2				
Тема 14. Механізм м'язового скорочення.		2		4		4
Ковзна модель скорочення м'язів.						

Тема 15. Енергетика м'язів. Механохімічні системи.		2				4
Тема 16. Біомеханічні властивості м'язів.		2				
Тема 17. Рівняння Хілла.		1				
Тема 18. Теоретичні основи моделювання м'язового скорочення.		2				
Тема 19. Реологічні характеристики крові. Швидкість осідання еритроцитів.		1		4		4
Тема 20. Гемодинамічні характеристики крові.		1				4
Тема 21. Модель Франка.		1				
Тема 22. Пульсова хвиля. Перенесення речовин в капілярній системі.		1		4		
Тема 23. Фізичні методи вимірювання тиску та швидкості кровотоку.		1		6		4
Разом за розділом 3		16		18		20
Розділ 4. Взаємодія фізичних полів з біосистемами та організмом людини						
Тема 24. Вплив низьких температур на біоб'єкти. Використання низьких температур в медицині.		2		2		4
Тема 25. Використання ультразвуку в біології та медицині. Методи ультразвукової (УЗ) томографії.		2		2		4
Тема 26. Ультразвукові явища. Застосування ультразвуку в методах терапії і діагностики.		2				
Тема 27. Слухова рецепція. Фізичні принципи будови органів слуху у людини. Метод аудіометрії.		2		6		2
Тема 28. Взаємодія електромагнітних полів з біологічними структурами.		2				4
Тема 29. Радіаційна біофізика. Дія іонізуючих випромінювань на різних рівнях біологічної організації.		1				4
Тема 30. Радіоліз води. Проблема забруднення навколишнього середовища.		1				2
Разом за розділом 4		12		10		20
Усього годин	180	46		60		74

4. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Лабораторні мікродозатори: принципи дії, типи, застосування	3
2.	Буферні розчини.	3
3.	Метод спектрофотометричного аналізу	3
4.	Взаємодія барвників з ДНК	3
5.	Взаємодія барвників з РНК	2
6.	Взаємодія фармакологічних препаратів з нуклеїновими кислотами	3
7.	Плавління нуклеїнових кислот.	3
8.	Конформаційна поведінка білків у розчині.	3
9.	Ліпосоми як модельні системи у дослідженні біомембран	2
10.	Метод гель-фільтрації.	3

11.	Ліпосоми як нанопереносники лікарських препаратів	3
12.	Метод мікроелектрофорезу	3
13.	Метод рК зондів	3
14.	Окисно-відновні індикатори	3
15.	Метод рівноважного діалізу.	3
16.	Аналіз електронно-мікроскопічних зображень в програмі ImageJ	3
17.	Аналіз структури біомолекул в програмному середовищі VMD	2
18.	Візуалізація та характеристика молекул в редакторах Marvin Sketch та Avogadro	3
19.	Метод молекулярного докінгу	3
20.	Молекулярно-динамічне моделювання білків	3
21.	Вимірювання артеріального тиску за методом Короткова	3
	Разом	60

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форма контролю
	Розділ 1. Молекулярні основи медичної і біологічної фізики	16	
1.	Термодинаміка рівноважних станів	4	Екзамен
2.	Термодинаміка незворотних процесів	4	Екзамен
3.	Теорема Пригожина	3	Екзамен
4.	Гідрофобний ефект	3	Екзамен
5.	Внутрішньомолекулярна динаміка білкової молекули	2	Екзамен
	Розділ 2. Фізика біомембран та нервової провідності	18	
6.	Латеральна гетерогенність ліпідів в мембранах	4	Екзамен
7.	Вплив ліпідного складу на товщину та кривину мембрани	4	Екзамен
8.	Транспорт речовин крізь мембрану за допомогою білків-переносників	4	Екзамен
9.	Електростатичний потенціал мембрани. Теорія Гуї-Чепмена	4	Екзамен
10.	Дипольний та трансмембранний потенціали	2	Екзамен
	Розділ 3. Механохімічні процеси та біофізика системи кровообігу	20	
11.	Механохімічні системи.	4	Екзамен
12.	Моделювання нестационарних режимів скорочення.	4	Екзамен
13.	Швидкість осідання еритроцитів.	4	Екзамен
14.	Типи судин та основні закони гемодинаміки в них.	4	Екзамен
15.	Фізичні методи вимірювання тиску та швидкості кровотоку.	4	Екзамен
	Розділ 4. Взаємодія фізичних полів з біосистемами та організмом людини	20	
16.	Використання низьких температур в медицині.	4	Екзамен
17.	Застосування ультразвуку в методах терапії і діагностики.	4	Екзамен
18.	Фізичні принципи будови органів слуху у людини. Метод аудіометрії.	2	Екзамен
19.	Взаємодія електромагнітних полів з біологічними структурами.	4	Екзамен

20.	Дія іонізуючих випромінювань на різних рівнях біологічної організації.	4	Екзамен
21.	Проблема забруднення навколишнього середовища. Застосування іонізуючого випромінювання в медицині.	2	Екзамен
	Разом	74	

6. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота обсягом **X** год. за темою 9 "Міжмолекулярні взаємодії в мембранах", та курсова робота (2 семестр) на одну з тем курсу.

7. Методи контролю

Поточного:

- відвідування занять та ведення конспекту;
- поточний контроль на лабораторних заняттях;
- контрольні роботи;
- самостійна робота;
- розрахунково-графічна робота та курсова робота.

Складові підсумкового контролю:

- бали поточного контролю;
- оцінка за виконання лабораторного практикуму з розрахунковими роботами;
- комбінований письмовий екзамен.

Якісні критерії оцінювання успішності виконання контрольних робіт, індивідуальних завдань, інших видів роботи, що потребують оцінювання

Вимоги для оцінки „відмінно”:

- міцне засвоєння змісту програми навчальної дисципліни та наукових першоджерел;
- здатність повністю, глибоко і всебічно розкрити зміст поставленого завдання;
- правильне застосування одержаних знань з різних дисциплін для вирішення поставлених завдань; послідовне і логічне викладання матеріалу;
- здатність обґрунтувати власну думку та ставлення до певних фахових проблем;
- чітке розуміння і вільне доречне застосування фахової науково-технічної термінології, вміння грамотно ілюструвати відповідь прикладами;
- здатність встановлювати взаємозв'язок між основними поняттями;
- вільне використання теоретичних знань для аналізу практичного матеріалу;
- демонстрація високого рівня набутих практичних навичок.

Можлива наявність незначних неточностей у викладенні матеріалу, які не приводять до помилкових висновків і рішень, але впливають на отриманий бал.

Вимоги для оцінки „добре”:

- добре засвоєння основного змісту навчальної дисципліни, основних ідей наукових першоджерел;
- належна аргументація, правильне та послідовне розкриття основного змісту матеріалу;
- демонстрація власних міркувань з приводу тих чи інших проблем;
- точне використання наукової термінології;
- демонстрація основних практичних навичок при аналізі фахових задач.

Можлива наявність певних непринципових неточностей у використанні спеціальної термінології, похибок у логіці викладання теоретичного матеріалу або аналізу практичних даних, невизначальних помилок у висновках та узагальненнях, що не впливають на конкретний зміст відповіді, але впливають на отриманий бал.

Вимоги для оцінки „задовільно”:

- засвоєння лише базових понять дисципліни, обмеженість відповіді лише такими поняттями, відсутність поглибленого аналізу та опису проблеми чи питання, наявність

у відповіді лише частини необхідної інформації; неналежне оперування інформацією з наукових першоджерел;

- неналежна послідовність та логіка у викладанні матеріалу та висновків;
- неналежне чи відсутнє обґрунтування оцінки фактів та явищ;
- наявність суттєвих помилок при викладенні матеріалу, поясненні термінології та вирішенні практичних питань.

Обсяг викладення змісту питання, кількість та суттєвість помилок визначально впливають на отриманий бал.

Оцінку „незадовільно” студент отримує, якщо:

- основний зміст завдання не розкрито;
- продемонстровано низький рівень орієнтації у змісті програми дисципліни та наукових першоджерелах;
- не підтверджене знання наукових фактів та визначень;
- допущені суттєві принципові помилки у викладанні матеріалу та висновках;
- продемонстровано низький рівень знання та застосування спеціальної термінології;
- відсутність наукового мислення та практичних навичок.

8. Схема нарахування балів

7-й семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Екзамен	Сума
Лабораторні роботи	Реферат	Контрольна робота	Разом		
30	20	10	60	40	100

8-й семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Екзамен	Сума
Лабораторні роботи	Курсова робота	Контрольна робота	Разом		
30	20	10	60	40	100

Шкала оцінювання

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

9. Рекомендована література

Основна література

1. Медична і біологічна фізика, під редакцією Чалого О.В., том 1, 2, Київ, 1999.
2. Медична та біологічна фізика : підручник для студентів медичних ВНЗ / В. Г. Кнігавко, О. В. Зайцева, М. А. Бондаренко [та ін.] ; за ред. В. Г. Кнігавка. - Харків : ХНМУ, 2013. – 364 с.
3. Медична та біологічна фізика : підручник для студ. вищих мед. (фарм.) навч. заклад. / [О.

- В. Чалий, Я. В. Цехмістер, Б. Т. Агапов та ін.] ; за ред. проф. О. В. Чалого. — Вид. 2-ге. — Вінниця : Нова Книга, 2017. — 528 с.
4. Іщейкіна Ю. О. Медична і біологічна фізика : навч. посібник / Іщейкіна Ю. О., Макаренко В. І., Тронь Н. В. — 2-ге видання. — Полтава : Шевченко Р. В., 2014. — 352 с.
 5. Медична і біологічна фізика : підруч. для студ. вищ. мед. заклад. III-IV р. акред. / Під заг. ред. О. В. Чалого. — 2-ге вид., переробл. і доп. — К. : Книга плюс, 2005. — 760 с.
 6. Медична та біологічна фізика: підручник для студентів медичних ВНЗ / О. І. Антюфєєва, Л. В. Батюк, М. А. Бондаренко та ін.; за ред. В. Г. Кнігавка. — Харків : ХНМУ, 2010. — 370 с.
 7. Medical and biological physics: textbook for the students of higher medical establishments of the IV accred. level / Edited by Alexander V. Chalyi. - Third edition. — Vinnytsia : Nova Knyga, 2017. — 480 p.
 8. Medical and biological physics: textbook for the students of higher medical establishments of the IV accred. level / Chalyi A. V., Tsekhmister Ya. V., Agapov B. T., [et al.]. — Vinnytsia, Nova Knyha, 2010. — 480 p.
 9. Молекулярна біологія : підручник / А.В. Сиволоб. - К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. - 384 с.
 10. Біофізика і біомеханіка: підруч. / В.С. Антонюк, М.О. Бондаренко, В.А. Ващенко та ін. — К.: НТУУ «КПІ», 2012. — 344 с.
 11. Біофізика: Підручник / Посудін Ю.І. — Київ, 2016.
 12. Літнарів Р.М. Біофізика. Медична фізика, теоретична і прикладна фізика. МЕГУ, Рівне, 2011, - с. 104
 13. Медична і біологічна фізика: Навчальний посібник для студентів спеціальності 222 «Медицина»/ Е.І. Сливко, О.З. Мельнікова, О.З.Іванченко, Н.С. Біляк. - Запоріжжя, 2018.- 291 с.

Допоміжна література

1. Зима В.Л., Біофізика. Збірник задач. Навчальний посібник для студентів біологічних, медичних та фізичних факультетів., К., «Вища школа», 2001, 124 с.
2. Ємчик Л. Ф. Медична і біологічна фізика : Підручник / Л. Ф. Ємчик, Я. М. Кміт. — Львів : Світ, 2003. — 592 с.
3. Доброва В. Є. Біофізика та медична апаратура: Навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл. / В. Є. Доброва, В. О. Тіманюк. — К. : Професіонал, 2006. — 200 с.
4. Костюк П. Г. Біофізика / П. Г. Костюк, В. Л. Зима, І. С. Магура, М. С. Мірошніченко, М. Ф. Шуба. — К. : ВПЦ «Київський університет», 2008. — 567 с.
5. Лопушанський Я. Й. Збірник задач і запитань з медичної і біологічної фізики : навч. посібн. для студ. вищ. мед. навч. закл. III-IV рівн. акр. / Я. Й. Лопушанський. — 3-є вид., доповн. і випр. — Вінниця : Нова книга, 2010. — 584 с.
6. Медична і біологічна фізика. / О. В. Чалий, Я. В. Цехмістер, Б. Т. Агапов та ін. / За ред. О. В. Чалого. — К. : Книга плюс, 2004. — 751 с.
7. Медична і біологічна фізика: Практикум : навч.-метод. посіб. для вищ. мед. навч. закл. / за ред. О. В. Чалого. — К. : Книга плюс, 2003. — 217 с.
8. Основи біологічної і медичної фізики, інформатики й апаратури : навч. посіб. для студ. вищ. мед. закл. осв. / за ред. Л. С. Годлевського. — Одеса : ОДМУ, 2003. — 258 с.
9. Федішин Я. І. Фізика з основами біофізики. / Федішин Я. І. — Львів : Світ, 2005. — 400 с.
10. Шевченко А. Ф. Основи медичної і біологічної фізики. / Шевченко А. Ф. — К. : Медицина, 2008. — 656 с.
11. Compendium of Medical Physics, Medical Technology and Biophysics for students, physicians and researchers. Nico A.M. Schellart. — Department of Biomedical Engineering and Physics Academic Medical Center University of Amsterdam.— Amsterdam.— 2009 (electronic book).
12. Bengt Nölting. Methods in Modern Biophysics. — 2009.