

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Навчально-науковий медичний інститут

Кафедра медичної біології та фізики, мікробіології, гістології, фізіології та патофізіології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

Юрій КОТЛЯР

“ ” 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕДИЧНА ТА БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА

Галузь знань 22 «Охорона здоров'я»

Спеціальність 222 «Медицина»

Розробник

Зав. кафедри розробника

Гарант освітньої програми

В. о. директора ННМІ

Начальник НМВ

Ольга ЯРЕМЧУК

Ольга КОРОЛЬОВА

Микола КЛИМЕНКО

Наталія ТЕРЕНТЬЄВА

Сергій ШКІРЧАК

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Медична та біологічна фізика	
Галузь знань	22 «Охорона здоров'я»	
Спеціальність	222 «Медицина»	
Спеціалізація (якщо є)		
Освітня програма	Медицина	
Рівень вищої освіти	Магістр	
Статус дисципліни	Нормативна	
Курс навчання	1-й	
Навчальний рік	2024-2025	
Номер(и) семестрів:	Денна форма	Заочна форма
	1-й	-
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	3 кредити / 90 годин	
Структура курсу: – лекції – практичні заняття – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	15 год.	
	30 год. 45 год.	
Відсоток аудиторного навантаження	50 %	
Мова викладання	українська	
Форма проміжного контролю (якщо є)		
Форма підсумкового контролю	Іспит	

2. Мета, завдання та заплановані результати навчання

Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів системи знань про базові фізичні принципи та підходи до дослідження процесів у живій природі, фізико-технічні принципи функціонування медичних і технічних пристроїв, які застосовуються в практичній стоматології, використання математичних методів у біомедичних дослідженнях, які складають основу предметних компетентностей з медичної та біологічної фізики і є невід'ємною складовою професійної компетентності майбутнього лікаря та фахівця галузі охорони здоров'я, а також підґрунтям для вивчення фахово орієнтованих природничих та клінічних дисциплін у медичних закладах вищої освіти України.

Завданнями навчання/вивчення дисципліни є здобуття студентами практично-спрямованої професійної компетентності:

- трактувати загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі функціонування організму людини;
- пояснювати фізичні основи та біофізичні механізми і ефекти взаємодії фізичних полів з організмом людини;
- пояснювати фізичні основи функціонування та застосування сучасних (електронних) медичних пристроїв;
- обробляти результати медико-біологічних досліджень, доводити вірогідності висновків з використанням математичних (статистичних) методів.

Компетентності та програмні результати навчання

Загальні компетентності	<ol style="list-style-type: none">1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.4. Знання та розуміння предметної галузі та розуміння професійної діяльності.5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.6. Здатність приймати обґрунтовані рішення.7. Здатність працювати в команді.8. Здатність до міжособистісної взаємодії.9. Здатність спілкуватись іноземною мовою.10. Здатність використовувати інформаційні і комунікаційні технології.11. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.13. Усвідомлення рівних можливостей та гендерних проблем.14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.15. 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.
--------------------------------	--

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	2. Здатність до визначення необхідного переліку лабораторних та інструментальних досліджень та оцінки їх результатів. 23.Здатність розробляти і реалізовувати наукові та прикладні проекти у сфері охорони здоров'я/
Програмні результати навчання	1. Мати ґрунтовні знання із структури професійної діяльності. Вміти здійснювати професійну діяльність, що потребує оновлення та інтеграції знань. Нести відповідальність за професійний розвиток, здатність до подальшого професійного навчання з високим рівнем автономності. 2. Розуміння та знання фундаментальних і клінічних біомедичних наук, на рівні достатньому для вирішення професійних задач у сфері охорони здоров'я. 3. Спеціалізовані концептуальні знання, що включають наукові здобутки у сфері охорони здоров'я і є основою для проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері медицини та дотичних до неї міждисциплінарних проблем, включаючи систему раннього втручання. 24. Організувати необхідний рівень індивідуальної безпеки (власної та осіб, про яких піклується) у разі виникнення типових небезпечних ситуацій в індивідуальному полі діяльності.

3. Програма навчальної дисципліни

Організація навчального процесу здійснюється за європейською кредитною трансферно-накопичувальною системою (ЄКТС).

Програма навчальної дисципліни складається:

1. *Основи математичної обробки медико-біологічних даних.*
2. *Медична та біологічна фізика.*

РОЗДІЛ 1. Основи математичної обробки медико-біологічних даних.

Тема 1. Основи диференціального обчислення.

Диференціал функції однієї змінної. Часткові похідні і диференціали функції двох і більше змінних. Повний диференціал.

Тема 2. Основи інтегрального обчислення.

Невизначений і визначений інтеграл. Інтегрування методом заміни змінної та частинами.

Тема 3. Поняття про диференціальні рівняння.

Диференціальні рівняння першого порядку зі змінними, що розділяються. Лінійні, однорідні диференціальні рівняння другого порядку з сталими коефіцієнтами. Методи розв'язання диференціальних рівнянь.

Тема 4. Елементи теорії ймовірності. Теорема додавання і множення ймовірностей.

Тема 5. Елементи математичної статистики

Математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення. Закони розподілу випадкових величин. Довірні ймовірності та довірні інтервали. Функціональна і кореляційна залежності. Рівняння регресії. Коефіцієнт кореляції.

РОЗДІЛ 2. Медична та біологічна фізика.

Тема 6. Основи біомеханіки.

Основні поняття механіки поступального та обертального рухів. Рівняння руху, закони збереження. Елементи біомеханіки. Опорно-руховий апарат людини. Динамічна і

статистична робота людини при різних видах її діяльності. Ергометрія. Методи і прилади для вимірювання біомеханічних характеристик.

Тема 7. Коливальні процеси в живих організмах. Біоакустика.

Незатухаючі, затухаючі та вимушені коливання. Диференційні рівняння гармонічних, затухаючих, вимушених коливань та їх розв'язання. Декремент і логарифмічний декремент затухання. Резонанс. Автоколивання. Релаксаційні коливання.

Хвильові процеси та їх характеристики. Рівняння хвилі. Диференційне хвильове рівняння. Потік енергії. Вектор Умова. Ефект Доплера.

Фізика слуху. Об'єктивні та суб'єктивні характеристики звуку. Інтенсивність, рівень інтенсивності, гучність, їх одиниці. Поріг чутності і больового відчуття. Закон

Вебера-Фехнера. Біофізичні основи слухового відчуття. Фізичні основи аудіометрії. Аудіограма та криві однакової гучності.

Ультразвук та інфразвук. Джерела та уловлювачі ультразвуку й інфразвуку. Особливості поширення та біофізичні основи дії ультразвуку й інфразвуку на біологічні тканини. Використання ультразвуку в медицині.

Тема 8. Поверхневі явища. Визначення КПН. Газова емболія.

Поверхневий натяг. Коефіцієнт поверхневого натягу. Методи його визначення. Газова емболія. ПАР у біології та медицині.

Тема 9. Біомеханіка кровообігу. Елементи біомеханіки серця.

Стационарний плин рідин. Рівняння неперервності і рівняння Бернуллі. Лінійна та об'ємна швидкості. Основне рівняння динаміки рідин. Плин в'язких рідин. Формули Пуазейля. Гідрравлічний опір. Методи вимірювання тиску крові і швидкості кровообігу. Пульсові хвилі.

Тема 10. Фізичні основи гемодинаміки

Внутрішнє тертя, в'язкість. Формула Ньютона для сили внутрішнього тертя. Ньютонівські та неньютонівські рідини. Методи та прилади для вимірювання в'язкості. Ламінарна та турбулентна текучість рідини. Число Рейнольдса.

Тема 11. Термодинамічний метод вивчення медико-біологічних систем. Термодинаміка відкритих систем.

Термодинамічний метод вивчення медико-біологічних систем. Перший і другий закони термодинаміки, ентропія, термодинамічні потенціали.

Термодинаміка відкритих систем поблизу рівноваги (лінійний закон для потоків і термодинамічних сил, перехресні процеси переносу, ентропія, спряження потоків, стаціонарний стан).

Термодинаміка відкритих систем, далеких від рівноваги (процеси впорядкування у фізичних, хімічних і медико-біологічних системах, поняття про синергетику). Значення термодинаміки і синергетики у проблемі охорони навколишнього середовища.

Тема 12. Структурні елементи біологічних мембран.

Пасивний та активний транспорт речовин крізь мембранні структури.

Фізичні властивості біомембран. Рідкокристалічний стан біомембран.

Динамічні властивості мембран. Рівняння Фіка. Коефіцієнт проникності мембрани для певної речовини. Рівняння Нернста-Планка. Електрохімічний потенціал. Активний транспорт, основні види. Молекулярна організація активного транспорту на прикладі роботи Na^+ - K^+ насосу. Спряження потоків. Швидкість дифузії.

Тема 13. Мембранні потенціали спокою. Потенціал дії.

Природа мембранного потенціалу спокою (рівноважний потенціал Нернста, дифузійний потенціал, стаціонарний потенціал Гольдмана-Ходжкіна-Катца).

Потенціал дії. Потенціал дії (ПД) та причини його виникнення. Еквівалентна електрична схема мембрани. Феноменологічні рівняння Ходжкіна-Хакслі. Рівняння Ходжкіна-Хакслі для процесу поширення ПД у нервових волокнах. Швидкість і особливості поширення ПД в аксонах.

Тема 14. Радіоактивність, основні види і властивості. Дозиметрія іонізуючого

випромінювання.

Закон радіоактивного розпаду. Період напівропаду. Активність, одиниці активності. Іонізуюче випромінювання, властивості і основні механізми взаємодії з біологічними об'єктами. Захист від дії іонізуючого випромінювання. Фізичні та біофізичні проблеми, пов'язані з аварією на Чорнобильській АЕС.

Дозиметрія іонізуючого випромінювання. Експозиційна та поглинена дози. Еквівалентна біологічна доза. Потужність доз. Одиниці доз і потужностей доз.

Тема 15. Практичні навички

Структура навчальної дисципліни

Тема	Лекції	Практичні заняття	СРС, в т.ч., індивідуальна
БЛОК 1. ОСНОВИ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ			
РОЗДІЛ 1. Основи математичної обробки медико-біологічних даних			
1. Основи диференціального обчислення.	2	2	3
2. Основи інтегрального обчислення.		2	3
3. Поняття про диференціальні рівняння.		2	3
4. Елементи теорії ймовірності. Теореми додавання і множення ймовірностей.		2	3
5. Елементи математичної статистики.		2	3
Розділ 2. Біологічна фізика			
6. Основи біомеханіки.	1	2	3
7. Коливальні процеси в живих організмах. Біоакустика.	1	2	3
8. Поверхневі явища. Визначення КПН. Газова емболія.	1	2	3
9. Біомеханіка кровообігу. Елементи біомеханіки	1	2	3
10. Фізичні основи гемодинаміки	1	2	3
11. Термодинамічний метод вивчення медико-біологічних систем. Термодинаміка відкритих систем.	1	2	3
12. Структурні елементи біологічних мембран. Пасивний та активний транспорт речовин крізь мембранні структури.	2	2	3
13. Мембранні потенціали спокою. Потенціал дії.	2	2	3
14. Радіоактивність, основні види і властивості. Дозиметрія іонізуючого випромінювання.	3	2	3
15. ПІДСУМКОВА КОНТРОЛЬНА РОБОТА	-	2	3
Усього годин - 30 Кредитів ECTS – 3	15	30	45
Усього годин - 30 Кредитів ECTS – 3	15	30	45

Індивідуальна робота - огляд наукової літератури або експериментальне дослідження

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекцій

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин
--------	------	-----------------

1.	<p>Тема 1. Основи диференціального обчислення. Елементи математичної статистики.</p> <p>1) Диференціал функції однієї змінної.</p> <p>2) Часткові похідні і диференціали функції двох і більше змінних. Повний диференціал.</p> <p>3) Елементи математичної статистики.</p>	2
2.	<p>Тема 2. Основи біомеханіки. Коливальні процеси в живих організмах. Біоакустика.</p> <p>1) Основні поняття механіки поступального та обертального рухів. Рівняння руху, закони збереження. Елементи біомеханіки. Опорно-руховий апарат людини.</p> <p>2) Ергометрія. Методи і прилади для вимірювання біомеханічних характеристик.</p> <p>3) Незатухаючі, затухаючі та вимушені коливання. Диференційні рівняння гармонічних, затухаючих, вимушених коливань та їх розв'язання. Хвильові процеси та їх характеристики. Рівняння хвилі. Диференційне хвильове рівняння. Потік енергії. Фізика слуху. Об'єктивні та суб'єктивні характеристики звуку.</p>	2
3.	<p>Тема 3. Поверхневі явища. Визначення КПН. Газова емболія. Біомеханіка кровообігу. Елементи біомеханіки</p> <p>1) Поверхневий натяг. Коефіцієнт поверхневого натягу. Методи його визначення. Газова емболія. ПАР у біології та медицині.</p> <p>2) Стаціонарний плин рідин. Рівняння неперервності і рівняння Бернуллі. Лінійна та об'ємна швидкості. Основне рівняння динаміки рідин.</p> <p>3) Плин в'язких рідин. Формули Пуазейля. Гідралічний опір. Методи вимірювання тиску крові і швидкості кровообігу. Пульсові хвилі.</p>	2
4.	<p>Тема 4. Фізичні основи гемодинаміки. Термодинамічний метод вивчення медико-біологічних систем. Термодинаміка відкритих систем.</p> <p>1) Внутрішнє тертя, в'язкість. Формула Ньютона для сили внутрішнього тертя. Ньютонівські та неньютонівські рідини. Методи та прилади для вимірювання в'язкості. Ламінарна та турбулентна текучість рідини. Число Рейнольдса.</p> <p>2) Термодинамічний метод вивчення медико-біологічних систем. Перший і другий закони термодинаміки, ентропія, термодинамічні потенціали.</p> <p>3) Термодинаміка відкритих систем поблизу рівноваги (лінійний закон для потоків і термодинамічних сил, перехресні процеси переносу, ентропія, спряження потоків, стаціонарний стан).</p>	2
5.	<p>Тема 5. Структурні елементи біологічних мембран.</p> <p>1) Фізичні властивості біомембран. Рідкокристалічний стан біомембран. Динамічні властивості мембран. Рівняння Фіка. Коефіцієнт проникності мембрани для певної речовини. Рівняння Нернста-Планка. Електрохімічний потенціал.</p> <p>2) Природа мембранного потенціалу спокою (рівноважний потенціал Нернста, дифузійний потенціал, стаціонарний потенціал Гольдмана-Ходжкіна-Катца).</p>	2
6.	<p>Пасивний та активний транспорт речовин крізь мембранні структури. Мембранні потенціали спокою. Потенціал дії.</p> <p>1) Потенціал дії. Потенціал дії (ПД) та причини його виникнення.</p>	2

	Еквівалентна електрична схема мембрани. Феноменологічні рівняння Ходжкіна- Хакслі. Рівняння Ходжкіна-Хакслі для процесу поширення ПД у нервових волокнах. 2) Швидкість і особливості поширення ПД в аксонах.	
7.	Радіоактивність, основні види і властивості. 1) Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність, одиниці активності. Іонізуюче випромінювання, властивості і основні механізми взаємодії з біологічними об'єктами. 2) Захист від дії іонізуючого випромінювання. Фізичні та біофізичні проблеми, пов'язані з аварією на Чорнобильській АЕС.	2
8.	Дозиметрія іонізуючого випромінювання. 1) Дозиметрія іонізуючого випромінювання. Експозиційна та поглинена дози. Еквівалентна біологічна доза. 2)Потужність доз. Одиниці доз і потужностей доз.	1
РАЗОМ		15

4.2. План практичних занять

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин
1.	Тема 1. Основи диференціального обчислення.	2
2.	Тема 2. Основи інтегрального обчислення.	2
3.	Тема 3. Елементи теорії ймовірності. Теореми додавання і множення ймовірностей.	2
4.	Тема 4. Елементи математичної статистики.	2
Розділ 2. Біологічна фізика		2
5.	Тема 6. Механічні властивості біологічний тканин. Модуль Юнга.	2
6.	Тема 7. Біофізика м'язових скорочень. Динамометрія Ергометрія.	2
7.	Тема 8. Коливання і хвилі. Звук, інфразвук та ультразвук. Акустичні методи в медицині.	2
8.	Тема 9. Біофізика органів слуху. Аудиометрія.	2
9.	Тема 10. Поверхневі явища. Визначення КПН. Газова емболія.	2
10.	Тема 11. Біомеханіка кровообігу. Елементи біомеханіки	2
11.	Тема 12. Фізичні основи гемодинаміки	2
12.	Тема 13. Термодинамічний метод вивчення медико-біологічних систем. Термодинаміка відкритих систем.	2
13.	Тема 14. Мембранні потенціали спокою. Потенціал дії.	2
14.	Радіоактивність, основні види і властивості. Дозиметрія іонізуючого випромінювання.	
15.	ПІДСУМКОВА КОНТРОЛЬНА РОБОТА ЗА БЛОКОМ 1	2
РАЗОМ		30

4.3. Задання для самостійної роботи

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин
1	Підготовка до практичних занять (теоретична підготовка, опрацювання практичних навичок)	42
2	Самостійне опрацювання тем, які не входять до плану	

	аудиторних занять (список додається)	
3	Підготовка до підсумкової контрольної роботи	3
РАЗОМ		45

1. Удосконалити навички знаходження похідних простої та складної функцій, диференціалу функції однієї змінної, часткових похідних, диференціалів функції двох і більше змінних та повного диференціалу шляхом виконання домашнього завдання. Вивчення питання градієнта скалярної функції.
2. Удосконалити навички інтегрування методом заміни змінної та частинами шляхом виконання домашнього завдання. Вивчення геометричного змісту визначеного інтегралу. Оволодіння навичками обчислення площі різних фігур.
3. Удосконалити навички розв'язування диференціальних рівнянь шляхом виконання домашнього завдання. Вивчити питання розв'язання рівняння Бернуллі та рівняння Лагранжа. Придбати уявлення про лінійні диференціальні рівняння вищих порядків зі сталими коефіцієнтами.
4. Удосконалити навички застосування теорем додавання і множення ймовірностей для розв'язування задач шляхом виконання домашнього завдання.
5. Удосконалити навички знаходження числових характеристик випадкових величин шляхом виконання домашнього завдання.
6. Навчитися використовувати методи математичної статистики для розв'язування задач медико-біологічного характеру. Засвоїти методи непараметричної статистики.
7. Ознайомитися з методами обробки результатів сумісних вимірювань
8. Елементи біомеханіки. Опорно-руховий апарат людини. Динамічна і статистична робота людини при різних видах її діяльності. Ергометрія. Методи і прилади для вимірювання біомеханічних характеристик. Деформаційні властивості біологічних тканин.
9. Вектор Умова. Ефект Допплера.
10. Гігієнічне нормування рівнів шуму, інфразвуку, вібрації.
11. Дослідження пружних властивостей біологічних тканин
12. Дослідження властивостей поверхневого шару рідини.

Типові задачі для розв'язування

1. "Хто не знає, що кінь, упавши з висоти трьох-чотирьох ліктів, ломить собі ноги, тоді як собака залишається неушкодженим, кинутий з восьми-десяти ліктів, так само як і цвіркун, що впав з верхівки башти, або мурашка, яка впала на землю хоча б з місячної поверхні." (Галілео Галілей). Чому комахи, падаючи з великої висоти, залишаються неушкодженими, а крупні тварини гинуть?

2. Спортсмен масою $m = 70$ кг стрибає з місця вертикально вгору, присівши перед стрибком на відстань $S = 30$ см. Яке м'язове зусилля ніг повинен розвинути спортсмен, щоб підскочити на висоту $h = 60$ см? Який час відштовхування від землі? Яку потужність N розвиває спортсмен при відштовхуванні? Яка енергія затрачується на стрибок? Вважати рух центру мас спортсмена у фазі відштовхування рівноприскореним.

3. З горизонтально розміщеної медичної спринцівки діаметром $d = 1,5$ см витискається фізіологічний розчин силою $F = 10$ Н. Знайти швидкість витікання рідин з наконечника спринцівки. Густина фізіологічного розчину $\rho = 103$ кг/м³. Де більша швидкість руху рідини: в циліндрі спринцівки чи в руслі наконечника? Відповідь обґрунтуйте.

4. У спокої через аорту діаметром $d = 2,2$ см викидається $V_1 \approx 85$ мл крові за

секунду. Середня швидкість крові по капіляру великого кола буває порядку $v = 0,3$ мм/с у тканині, яка перебуває у спокої. Знайти площу поперечного перерізу відкритого капілярного ложа. Поясніть, чому швидкість крові в капілярах значно менша від швидкості крові в артеріях.

5. “Тиха вода береги ломить” (Народна приказка). Чому в місцях звуження річки швидкість течії більша? Чому береги ломить “тиха вода”?

4.4. Забезпечення освітнього процесу

1. Мультимедійні проектори, комп’ютери, екрани для мультимедійних презентацій, лекційні презентації, довідники з дисципліни, описи лабораторних робіт.

2. Демонстраційні екрани, ноутбуки, обладнання лабораторії медичної та біологічної фізики, файли у Power Point та Word з задачами для практичних та підсумкових занять.

3. Екзаменаційні білети.

5. Підсумковий контроль

Перелік питань підсумкового контролю

1. Диференціал функції однієї змінної. Часткові похідні і диференціали функцій двох і більш змінних. Повний диференціал.
2. Невизначений та визначений інтеграл.
3. Диференціальні рівняння 1 порядку Класифікація явищ. Ймовірність випадкових явищ, теорема додавання ймовірностей.
4. Теорема множення ймовірностей для незалежних випадкових явищ, умовна ймовірність, теорема множення ймовірностей для залежних випадкових явищ.
5. Розподіл випадкових явищ, математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення.
6. Основні закони розподілу випадкових величин (нормальний закон, розподіл Пуассона, біноміальний розподіл та інші).
7. Деформації, їх види. Пружність та пластичність. Закон Гука. Модуль Юнга. Коефіцієнт Пуассона. Деформаційні властивості біологічних тканин.
8. Поверхневий натяг. Коефіцієнт поверхневого натягу та методи його визначення. Газова емболія.
9. Внутрішнє тертя. В'язкість. Формула Ньютона для внутрішнього тертя. Ньютонівські та неньютонівські рідини. В'язкість крові.
10. Стаціонарний плин рідин. Рівняння неперервності. Лінійна та об'ємна швидкості. Основне рівняння динаміки рідин.
11. Ламінарний та турбулентний плин. Число Рейнольдса. Рівняння Бернуллі. Плин в'язких рідин. Формула Пуазейля. Гідрравлічний опір.
12. Основні положення рівноважної термодинаміки. Ентропія. Принцип Больцмана. Значення термодинаміки в проблемі охорони навколишнього середовища.
13. Основні положення нерівноважної термодинаміки (лінійний закон, виробництво ентропії, спряження потоків). Стаціонарний стан відкритих систем. Теорема Пригожина.
14. Структурна організація біологічних мембран. Фізичні властивості біомембран. Рідкокристалічний стан біомембран. Динамічні властивості мембран.
15. Пасивний транспорт речовин крізь мембранні структури. Рівняння Фіка. Швидкість

- дифузії. Рівняння Нернста-Планка. Електрохімічний градієнт і потенціал. Рівняння Теорелла.
16. Активний транспорт, основні види. Молекулярна організація активного транспорту на прикладі роботи К-На-наосу. Спряження потоків.
 17. Природа мембранного потенціалу спокою (рівноважні потенціали Нернста для різноманітних іонів, дифузійний потенціал, потенціал Доннана).
 18. Природа мембранного потенціалу спокою (стаціонарний потенціал Гольдмана-Ходжкіна-Катца, умови стаціонарності, основні рівняння електродифузії іонів в стаціонарному стані, проникності мембрани для іонів в стані спокою).
 19. Потенціал дії (ПД). Гіпотеза виникнення ПД. Еквівалентна електрична схема мембрани. Феноменологічні рівняння Ходжкіна-Хакслі. Поняття про воротні іонні струми.
 20. Поширення потенціалу дії в біологічних мембранах. Телеграфне рівняння. Швидкість поширення потенціалу. Особливості поширення потенціалу дії в мієліновому волокні.
 21. Незатухаючі та вимушені коливання, диференційні рівняння та їх розв'язок. Резонанс. Автоколивання.
 22. Затухаючі коливання. Диференційне рівняння затухаючих коливань, його розв'язання. Коефіцієнт затухання, декремент і логарифмічний декремент.
 23. Механічні хвилі. Рівняння хвилі. Потік енергії. Вектор Умова.
 24. Акустика. Фізичні характеристики звуку. Фізика слуху, характеристики слухового відчуття. Закон Вебера-Фехнера.
 25. Аудіометрія. Шкала інтенсивності та шкала гучності звуку, одиниці. Пороги чутності та больового відчуття. Аудіограма.
 26. Ультразвук. Основні властивості та особливості поширення ультразвуку. Інфразвук, фізичні характеристики інфразвуку. Дія ультразвуку та інфразвуку на біологічні тканини та органи людини.
 27. Радіоактивність. Види радіоактивності. Основний закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність, одиниці активності.
 28. Іонізуюче випромінювання та його види. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною. Захист від дії іонізуючого випромінювання. Біофізичні основи взаємодії іонізуючого випромінювання з біологічними тканинами.
 29. Дозиметрія іонізуючого випромінювання. Експозиційна та поглинена дози. Біологічна дія випромінювання, біологічна еквівалентна доза. Потужність дози. Одиниці доз та потужностей доз.

«0» варіант іспитового білету

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Рівень вищої освіти – магістр

Галузь знань: 22 Охорона здоров'я

Спеціальність 222 Медицина

Навчальна дисципліна – **Медична та біологічна фізика**

Варіант № 0

1. Незатухаючі та вимушені коливання, диференційні рівняння та їх розв'язок. Резонанс. Автоколивання - **максимальна кількість балів – 30.**
2. Дозиметрія іонізуючого випромінювання. Експозиційна та поглинена дози.

- Біологічна дія випромінювання, біологічна еквівалентна доза. Потужність дози. Одиниці доз та потужностей доз - **максимальна кількість балів – 30.**
3. Класифікація явищ. Ймовірність випадкових явищ, теорема додавання ймовірностей - **максимальна кількість балів – 20.**

Затверджено на засіданні кафедри «медичної біології та хімії, біохімії, мікробіології, фізіології, патофізіології та фармакології», протокол № ____ від «__» _____ 20201 р.

Завідувач кафедри

доцент Корольова О.В.

Екзаменатор

ст.викладач Яремчук О.М.

Приклад підсумкової контрольної роботи

- У спокої через аорту діаметром $d = 2,2$ см викидається $V_1 \approx 85$ мл крові за секунду. Середня швидкість крові по капіляру великого кола буває порядку $0,3$ мм/с у тканині, яка перебуває у спокої. Знайти площу поперечного перерізу відкритого капілярного ложа. Поясніть, чому швидкість крові в капілярах значно менша від швидкості крові в артеріях.
 - Капіляр з діаметром внутрішнього каналу $d = 1,2$ мм опущено в плазму крові на дуже малу глибину. Яка маса плазми увійде в капіляр, якщо густина її $\rho = 1,03$ г/см³, а поверхневий натяг $\sigma = 73$ мН/м?
 - Які середовища організму мають найкращу електропровідність:
А) повітря в легенях; В) жирові тканини; С) м'язові тканини; D) кісткові тканини; Е) рідинні середовища організму (кров, лімфа та ін.).
- $$y = \frac{x^4 - 8x^2}{2(x^2 - 4)}$$
- Знайти похідну
 - Кондуктометрія - це:
А) метод введення в організм крізь шкіру йонів лікарської речовини за допомогою гальванічного струму;
В) метод лікувальної дії на організм постійним струмом низької напруги (60-80 В) і невеликої сили струму (50 мА);
С) спрямований рух мікрочастинок, диспергованих у рідкому середовищі під дією електричного поля;
D) рух рідини крізь капіляри, щілини діафрагми або крізь осади дрібних частинок під дією електричного поля;
Е) метод дослідження та аналізу, який ґрунтується на вимірюванні електропровідності яких-небудь рідких середовищ (в тому числі і біологічних).
 - Знайти енергію зв'язку W ядра ізотопу $^{13}\text{Al}^{27}$.

Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

Методи контролю

- Опитування (перевірка теоретичних знань та практичних навичок).
- Тестовий контроль.
- Написання огляду наукової літератури (рефератів), виконання індивідуальних завдань, їх захист.

Поточний контроль. Перевірка на практичних заняттях теоретичних знань і засвоєння практичних навичок, а так само результатів самостійної роботи студентів.

Контролюються викладачами відповідно до конкретної мети навчальної програми. Оцінка рівня підготовки студентів здійснюється шляхом: опитування студентів, рішення й аналізу фізичних задач, тестових завдань, інтерпретації результатів експериментальних і лабораторних досліджень, контролю засвоєння практичних навичок.

Проміжний контроль. Перевірка можливості використання студентами отриманих теоретичних знань і практичних навичок по всіх вивчених темах, а так само результатів самостійної роботи студентів. Здійснюється на останньому занятті за розділом шляхом здачі практичних навичок, рішення фізичних задач і тестування.

Підсумкова контрольна робота проводиться по завершенню вивчення всіх тем блоку на останньому контрольному занятті семестру.

З метою оцінки результатів навчання з усієї дисципліни «Медична та біологічна фізика» проводиться **підсумковий контроль у формі екзамену.**

До проміжного підсумкового контролю (атестація) та підсумкового контролю (екзамен) допускаються студенти, які відвідали всі передбачені навчальною програмою лекції, аудиторні навчальні заняття, виконали в повному обсязі самостійну роботу й у процесі навчання набрали кількість балів, не менше, ніж мінімальну – **70 балів у осінньому семестрі.**

До екзамену допускаються лише студенти, яким зараховані обидві підсумкові контрольні роботи з дисципліни.

Розподіл балів, які отримують студенти

В осінньому семестрі, позитивна оцінка на кожному практичному занятті може бути від 5 до 6 балів. Оцінка нижче 3 балів означає «незадовільно», заняття не зараховане і підлягає відпрацюванню в установленому порядку.

На ПКР студент може максимально отримати 40 балів. ПКР вважається зарахованою, якщо студент набрав не менше, ніж 30 балів.

Оцінка успішності студента	
Тема 1	5
Тема 2	5
Тема 3	5
Тема 4	5
Тема 5	6
Тема 6	6
Тема 7	6
Тема 8	6
Тема 9	6
Тема 10	6
Тема 11	6
Тема 12	6
Тема 13	6
Тема 14	6
Разом за семестр	80
Підсумкова контрольна робота	40
Разом	120
Екзамен	80
Разом	200

Критерії оцінювання знань

Оцінкою 5-6 балів в осінньому семестрі (А за шкалою ECTS та 5 за національною шкалою) відповідь студента оцінюється, якщо вона демонструє глибокі знання всіх теоретичних положень і вміння застосовувати теоретичний матеріал для практичного аналізу і не має ніяких неточностей.

Оцінкою 4 бали в осінньому семестрі (В та С за шкалою ECTS та 4 за національною шкалою) відповідь оцінюється, якщо вона показує знання всіх теоретичних положень, вміння застосовувати їх практично, але допускаються деякі принципові неточності.

Оцінкою 3 бали в осінньому семестрі (D та E за шкалою ECTS та 3 за національною шкалою) відповідь студента оцінюється за умови, що він знає головні теоретичні положення та може використати їх на практиці.

7. Рекомендовані джерела інформації

7.1. Основна

1. Медична та біологічна фізика : нац. підруч. для студ. вищ. мед. навч. закладів III-IV рівнів акредитації / О. В. Чалий, Я. В. Цехмістер, Б. Т. Агапов та ін. ; за ред. О. В. Чалого. – Вінниця : Нова книга, 2013. – 528 с.

2. Медична та біологічна фізика : нац. підручник для студ. вищ. мед. (фарм.) навч. заклад. III-IV р. акред. / за ред. О. В. Чалого. – 2-ге вид. – Вінниця : Нова Книга, 2017. – 528 с.

3. 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

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. Korovina L. D. Biophysics with beginnings of mathematical analysis and statistics. Extended course of lectures. – Vol. 1. Bases of mathematical analysis, probability theory and mathematical statistics. Biomechanics. / L. D. Korovina. – Poltava, 2017. – 127 p.

6. Medical and biological physics: texbook for the students of higher medical establishments of the IV accred. level / Edited by Alexander V. Chalyi. - Third edition. – Vinnitsia : Nova Knyga, 2017. – 480 p.

7.2. Допоміжна

1. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія : підруч. для студ. вищ. мед. та фарм. навч. закл. IV р. акр. / Е. І. Личковський, В. О. Тіманюк, О. В. Чалий та ін. ; за ред. Е. І. Личковського. – Вінниця : Нова Книга, 2014. – 464 с.

2. Вища математика : підручник для студ. вищ. фармац. ф-ів вищ. мед. навч. закл. IVр. акред. / Е. І. Личковський, П. Л. Свердан, В. О. Тіманюк, О. В. Чалий. – Вінниця : Нова книга, 2014. – 632 с.

3. Добрава В. Є. Біофізика та медична апаратура: Навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл. / В. Є. Добрава, В. О. Тіманюк. – К. : Професіонал, 2006. – 200 с.

4. Ємчик Л. Ф. Медична і біологічна фізика : Підручник / Л. Ф. Ємчик, Я. М. Кміт. – Львів : Світ, 2003. – 592 с.

5. 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.

6. Личковський, Е. І. Вища математика. Теорія наукових досліджень у фармації та медицині : підручник / Е. І. Личковський, П. Л. Свердан. – К. : «Знання», 2012. – 476 с.

7. 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

c.

8. 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).

9. Roland Glaser. Biophysics: An Introduction. – 2010.

10. Philip Nelson. Biological Physics (Updated Edition). – 2007.

11. Paul Davidovits. Physics in Biology and Medicine, Third Edition (Complementary Science). – 2007.

12. Bengt Nölting. Methods in Modern Biophysics. – 2009.

13. Biological Physics. Energy, Information, Life. Philip Nelson, (Freeman and Company, New York, 2004).

14. Biological thermodynamics. Donald T. Haynie (Cambridge University Press, 2001).