

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра фізики

«УЗГОДЖЕНО»

Гарант освітньо-професійної програми
«Біологія»

«28» серпня 2024 року

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Голова вченої ради міжнародного
факультету

Протокол від 28 серпня 2024 №1

СИЛАБУС

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В БІОЛОГІЇ. БІОФІЗИКА

нормативна дисципліна

(дисципліна нормативна/ вибіркова)

рівень вищої освіти
галузь знань
спеціальність

перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
09 «Біологія»
091 «Біологія»

кваліфікація освітня

Бакалавр з біології

освітньо-професійна програма
форма навчання

курс(и) та семестр(и) вивчення навчальної
дисципліни

«Біологія»
Денна, заочна (дистанційна)
3 курс V семестр

«УХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри
фізики

Протокол від _____ 2024 №__

Полтава – 2024 рік

ДАНИ ПРО ВИКЛАДАЧІВ, ЯКІ ВИКЛАДАЮТЬ НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ

Прізвище, ім'я, по батькові викладачів, науковий ступінь, учене звання	Ісичко Людмила Володимирівна – к. пед. н. Коровіна Лідія Дмитрівна – к. б. н. Макаренко Володимир Іванович – к. пед. н. Макаренко Олександр Володимирович – к. пед. н. Самойленко Сергій Олександрович – к. фіз.-мат. н. Бичко Марина Вікторівна – к. пед. н.
Профайл викладача (викладачів)	https://www.pdmu.edu.ua/fakultets/foreign-students/kafedry/med-inform/workers
Контактний телефон	(0532)68-73-86
E-mail:	med_inform@pdmu.edu.ua
Сторінка кафедри на сайті ПДМУ	https://www.pdmu.edu.ua/fakultets/foreign-students/kafedry/med-inform

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Обсяг навчальної дисципліни

Кількість кредитів / годин – **6/180**, із них:

Лекції(год.) – **8**;

Практичні (год.) – **16**;

Консультації (год.) – **12**;

Самостійна робота (год.) – **144**.

Вид контролю: **Підсумковий модульний контроль.**

Політика навчальної дисципліни

Для успішного проходження курсу та складання підсумкового модульного контролю необхідним є відвідування лекцій, вчасне вивчення навчального матеріалу у повному обсязі згідно з планом практичних занять та виконання самостійної роботи.

Для успішного засвоєння навчального матеріалу здобувач вищої освіти зобов'язаний:

- приходити на заняття вчасно;
- відвідати усі практичні заняття (у разі відсутності – відпрацювати);
- самостійно освоїти матеріал пропущеного заняття;
- сумлінно готуватися до заняття;
- активно працювати на занятті;
- відключати телефон на занятті (якщо немає потреби у його використанні);
- бути чемним, толерантним та ввічливим, відкритим до конструктивної дискусії;
- не допускати порушення академічної доброчесності під час проектної, індивідуальної та самостійної діяльності.

При організації освітнього процесу в ПДМУ викладачі і здобувачі вищої освіти діють відповідно до:

- Положення про організацію освітнього процесу в Полтавському державному медичному університеті;
- Положення про академічну доброчесність;

– Правила внутрішнього розпорядку для здобувачів вищої освіти Полтавського державного медичного університету.

Документи розташовані на сайті: (<https://www.pdmu.edu.ua/n-process/department-npr/normativni-dokumenti>)

В особливих умовах (військовий стан, карантин та ін.) проведення освітнього процесу за дисципліною «Математичні методи в біології. Біофізика» відбувається з використанням технологій дистанційного навчання, зокрема платформи ZOOM, Google Meet, Google Classroom та ін.

Опис навчальної дисципліни.

Навчальна дисципліна «Математичні методи в біології. Біофізика» є обов'язковим компонентом циклу загальної підготовки здобувачів вищої освіти, які готуються за першим (бакалаврським) рівнем галузі знань 09 «Біологія», спеціальності 091 «Біологія та біохімія».

Основні розділи дисципліни «Математичні методи в біології. Біофізика» для здобувачів вищої освіти, що прагнуть стати бакалаврами у галузі знань 09 «Біологія» є наступними:

- основи біометрії та біостатистики;
- основи математичного моделювання;
- основи біомеханіки та біоакустики;
- основи біореології та гемодинаміки;
- основи біофізики мембран;
- фізичні основи електрографії, реографія;
- фізичні принципи оптичних методів дослідження;
- взаємодія іонізуючого випромінювання з біологічними тканинами.

Лекційний курс навчальної дисципліни «Математичні методи в біології. Біофізика» супроводжується практикумом, який дає здобувачам вищої освіти додаткові компетентності та практичні навички щодо: застосування математичних методів для дослідження біологічних об'єктів та процесів у живій природі; методів планування та організації спостережень і експериментів; математичних методів та програмних засобів створення математичних моделей окремих функцій, органів та систем організму, популяцій та екосистем для подальшого дослідження; використання сучасного електронного медичного обладнання, приладів дозиметричного радіаційного контролю, інших фізичних і біофізичних методів у біологічних дослідженнях.

Знання та вміння, які набувають здобувачі вищої освіти спеціальності 09 «Біологія» на кафедрі фізики є необхідною складовою формування професійних компетентностей сучасного біолога.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Математичні методи в біології. Біофізика» є фізичні процеси, що відбуваються у біологічних середовищах та математичний опис цих процесів.

Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни:

- базується на вивченні здобувачами вищої освіти шкільних курсів математики фізики, хімії, біології.
- основи епідеміології, генетика людини, організація лабораторної служби.

Мета та завдання навчальної дисципліни:

Метою викладання навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти системи знань про базові фізико-математичні принципи та підходи до

дослідження процесів у живій природі, використання математичних методів планування досліджень, статистичної обробки даних, отриманих у біологічних дослідженнях, методів фізичного та математичного моделювання процесів, що перебігають у живих організмах та біологічних системах, та прогнозування на основі створених моделей розвитку цих процесів за різних умов; фізико-технічні принципи функціонування медичних і технічних пристроїв, які застосовуються в практичній біології та медицині, використання сучасних інформаційних технологій у біомедичних дослідженнях. Одним з ключових аспектів цієї дисципліни є використання інформаційних технологій у медико-біологічних дослідженнях. Сучасний прогрес технологій надає можливість використовувати різноманітні інструменти для збору, обробки та аналізу даних у біологічних експериментах. Це відкриває нові перспективи для вивчення біологічних явищ та дозволяє отримувати більш точні результати.

Основними завданнями вивчення дисципліни є здобуття здобувачами вищої освіти 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; використовувати математичне моделювання для обробки результатів медико-біологічних досліджень та доводити ймовірності висновків з використанням сучасних інформаційних методів.

Вивчення дисципліни передбачає: ознайомити здобувачів вищої освіти з основами математичного апарату, необхідного для розв'язування теоретичних та практичних задач; виробити навички математичного дослідження прикладних задач біології. Загалом сформувати цілісну систему теоретичних знань, необхідну для професійної діяльності майбутнього біолога, розвинути вміння аналітичного мислення та навичок застосування математичного апарату до формалізації реальних біологічних процесів та явищ, виробити вміння самостійно вивчати літературу з математики та прикладних питань.

Цілі сталого розвитку:

1. ЦСР 3: Міцне здоров'я і благополуччя. Основна мета дисципліни — трактувати загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі функціонування організму людини.
2. ЦСР 4: Якісна освіта. Пояснювати фізичні основи та біофізичні механізми і ефекти взаємодії фізичних полів з організмом людини..
3. ЦСР 9: Індустріалізація, інновації та інфраструктура. Використовувати математичне моделювання для обробки результатів медико-біологічних досліджень та доводити ймовірності висновків з використанням сучасних інформаційних методів.
4. ЦСР 10: Зменшення нерівності. Надання доступу до якісних медичних технологій в регіонах або для вразливих груп.
5. ЦСР 12: Відповідальне споживання і виробництво. Створення енергоефективних та екологічних медичних пристроїв.
6. ЦСР 17: Партнерство заради сталого розвитку. Співпраця між науковими установами, медичними закладами, ІТ-компаніями.

Програма навчальної дисципліни спрямована на формування у здобувачів вищої освіти таких компетенцій:

Інтегральна:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що

передбачає застосування законів, теорій та методів біологічної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 8. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

Спеціальні компетентності:

СК 1. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.

СК 4. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у лабораторних умовах.

Програмні результати навчання:

ПРН 2. Застосовувати сучасні інформаційні технології, програмні засоби та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення професійної діяльності.

ПРН 6. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності.

ПРН 20. Аргументувати вибір методів, алгоритмів планування та проведення лабораторних та клініко-лабораторних досліджень, у т.ч. математичних методів та програмного забезпечення для проведення досліджень, обробки та представлення результатів.

По завершенню вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти повинні:

Результати навчання для дисципліни

По завершенню вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти повинні знати:

- основні математичні методи обробки даних;
- основні принципи побудови математичної моделі біологічних процесів;
- загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі біологічних процесів;
- характеристики фізичних зовнішніх факторів, що впливають на організм біологічний об'єкт, біофізичні механізми цих впливів;

вміти:

- використовувати математичний апарат для опису біологічних процесів;
- будувати базові фізико-математичні моделі для дослідження біологічних процесів;
- застосовувати статистичні методи при обробці результатів біологічних досліджень.

Тематичний план лекцій (за модулем) із зазначенням основних питань, що розглядаються на лекції

№ п/п	Назва теми	К-ть годин
1.	Кореляційний аналіз та регресійний аналіз. Задачі вимірювання взаємозв'язків. Типи зв'язків. Поняття «кореляція». Кореляційна мінливість. Фенотипова, генетична та середовищна кореляції. Принцип кореляційного аналізу. Лінійний коефіцієнт кореляції r Пірсона. Непараметричні методи дослідження кореляцій. Принцип за задачі регресійного аналізу,	2

	методика визначення та правила застосування коефіцієнту регресії, параметрів регресії та побудови емпіричних рядів регресії. Взаємозалежність між коефіцієнтами регресії та кореляції. Застосування регресійного аналізу, коефіцієнт та параметри лінійної регресії, оцінка достовірності вибірових показників регресії. Нелінійна регресія, умови та методи її визначення. Прогнози на основі визначення параметрів регресії.	
2.	Диференціальні рівняння в моделюванні біологічних процесів. Автономні диференціальні рівняння (АДР) Принципи побудови АДР для опису біологічних процесів. Вирішення АДР. Стаціонарний стан. Аналітичний метод визначення стійкості (метод Ляпунова). Графічний спосіб визначення стійкості. Безперервні та дискретні моделі. Моделі зростання популяції. Модель експоненційного росту (розростання колонії мікроорганізмів). Модель логістичного росту. Модель із найменшою критичною чисельністю.	2
3.	Основи біофізики мембран. Моделі мембран. Структура біологічних мембран. Функції біологічних мембран. Пасивний транспорт речовин через клітинні мембрани. Дифузія: проста, полегшена, обмінна. Фільтрація. Осмос, електроосмос, аномальний осмос. Сумісний перенос речовин через клітинні мембрани, його види. Активний транспорт речовин через клітинні мембрани, його види.	2
4.	Радіоактивність. Використання іонізуючого випромінювання в біологічних дослідженнях. Відкриття радіоактивності. Типи радіоактивного випромінювання. Ізотопи. Проникаюча здатність радіоактивних випромінювань. Природа радіоактивних випромінювань. Енергія зв'язку ядра. Стабільні та нестабільні ядра. Альфа-, бета-, та гамма- розпад. Радіоактивні ряди. Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Дозиметрія. Еквівалентна та ефективна еквівалентна доза. Біологічна дія радіоактивного випромінювання. Радіоізотопні методи дослідження.	2
Разом		8

Тематичний план семінарських занять за модулем і змістовими модулями із зазначенням основних питань, що – семінарські заняття програмою не передбачено.

Тематичний план практичних занять за змістовими модулями із зазначенням основних питань, що розглядаються на практичному занятті

№ п/п	Назва теми	К-ть годин
1.	<p>Основні поняття біометрії. Первинний аналіз даних. Завдання та основні поняття біостатистики. Забезпечення репрезентативності вибірки. Емпіричні та експериментальні дослідження. Гіпотези. Змінні. Представлення змінних. Функціональний і кореляційний види зв'язку. Варіаційний ряд. Систематизація. Графічне зображення ряду як метод аналізу розподілу.</p>	2
2.	<p>Основні поняття математичного моделювання. Моделі, їх типи. Ієрархія масштабів у біологічних системах. Регуляторні мережі біосистем. Фізичні моделі. Імітаційні моделі. Математичні моделі. Найпростіший математичний апарат, що використовується для побудови моделей (математичні функції, лінеаризація, регресія, метод найменших квадратів, глобальний мінімум). Прогноз за моделлю. Основний математичний апарат: теорія диференціальних рівнянь і математична статистика. Програмні засоби для створення математичних моделей. Компоненти математичної моделі: змінні (параметри рішення); константи та параметри калібрування; вхідні параметри та дані; фазові параметри; вихідні параметри; шум і випадкові параметри. Стаціонарний стан, його стабільність. Основні типи моделей: лінійні та нелінійні моделі; моделі з зосередженими і розподіленими параметрами; детерміновані та стохастичні моделі; статичні та динамічні моделі. Диференціальні рівняння в динамічних моделях. Моделі, основані на теорії ігор. Логічні моделі. Етапи побудови математичної моделі. Побудова лінійної моделі. Числові характеристики адекватності збудованої моделі.</p>	2
3.	<p>Поверхневі явища. Визначення коефіцієнту поверхневого натягу рідини. Причини явища поверхневого натягу. Значення поверхневого натягу. Фізичний зміст коефіцієнта поверхневого натягу. Явища змочування та незмочування. Капілярні явища. Клінічні та біологічні прояви зміни коефіцієнту поверхневого натягу. Методи вимірювання коефіцієнту поверхневого натягу: метод відриву кільця, метод Стокса, метод Ребіндера, капілярний метод, сталагмометричний метод.</p>	2
4.	<p>Мембранні потенціали. Електрохімічний градієнт і потенціал. Методи вивчення проникності біологічних мембран. Активний транспорт та його основні види. K^+-Na^+-насос. Природа мембранного потенціалу спокою. Рівноважний потенціал Нернста. Дифузійний рівноважний потенціал. Доннанівський потенціал. Стаціонарний потенціал Гольдмана-Ходжкіна-Катца. Електродифузійне рівняння Нернста-Планка. Потенціал дії. Гіпотеза виникнення. Дослідження осмосу.</p>	2

5.	Електричні властивості біосистем. Дослідження дисперсії імпедансу біологічних тканин. Електричні характеристики біологічних тканин. Електропровідність. Імпеданс біологічних тканин. Еквівалентна електрична схема. Дисперсія імпедансу. Фізичні основи реографії. Будова та принцип дії реографа. Методика вимірювання імпедансу біологічних тканин та зняття реограми, її аналіз.	2
6.	Відбивання та рефракція світла. Ендоскопія. Рефрактометрія: визначення концентрації речовини. Геометрична оптика: основні поняття, закони. Волоконна оптика. Будова та принцип дії рефрактометра Аббе. Методи рефрактометрії. Визначення показника заломлення рідини за допомогою рефрактометра.	2
7.	Радіоактивність. Дозиметрія. Структура атома. Ізотопи. Поняття радіоактивності. Закони радіоактивного розпаду. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною та тканинами організму. Дозиметричні величини та одиниці вимірювання. Дозиметри: види та принцип дії. Захист від іонізуючого випромінювання. Розрахунок еквівалентної та ефективної дози поглинання.	2
8.	Підсумковий модульний контроль	2
Разом		16

Тематичний план самостійних занять за змістовими модулями із зазначенням основних питань, що розглядаються на занятті

№ п/п	Назва теми	К-ть годин
1.	Підготовка до практичних занять – теоретична підготовка та опрацювання практичних навичок	14
2.	Підготовка до підсумкового модульного контролю	6
3.	Підготовка до лекційних занять	2
4.	Опрацювання тем, що не входять до плану аудиторних занять (перелік) із зазначенням основних питань, що повинні бути вивчені:	
1.	Основи теорії ймовірностей. Поняття випробування та події. Поняття вірогідної, неможливої та випадкової події. Поняття сумісних, несумісних та протилежних подій. Залежні та незалежні події. Поняття ймовірності. Теореми додавання та множення ймовірностей. Формула Бернуллі. Формула повної ймовірності. Формула Байеса.	4
2.	Методи біостатистики. Опис даних. Закони розподілу дискретних випадкових величин. Закони розподілу неперервних випадкових величин. Графічний метод подання статистичних даних. Перевірка статистичних гіпотез.	4
3.	Основи варіаційної статистики. Емпірична функція розподілу, її числові характеристики. Функція розподілу ймовірностей. Ступінь свободи. Особливості визначення	4

	параметрів у разі розбивки варіаційного ряду на класи. Особливості обробки варіаційних рядів малих вибірок.	
4.	<p>Статистичний висновок: оцінювання та перевірка гіпотез. Основні види розподілів.</p> <p>Генеральна сукупність, її параметри. Критерії класифікації вибірок. Стратегії відбору випадкової вибірки. Невипадкова вибірка. Види не випадкового відбору. Незалежні і залежні вибірки. Вимоги до опису вибірки. Функція розподілу генеральної сукупності. Нормальний розподіл та його параметри. Функція щільності ймовірності нормального розподілу. Біноміальний розподіл, його параметри. Розподіл Пуассона. Розподіл Стюдента, його використання. Довірча ймовірність та рівні значущості. Нормоване відхилення.</p>	4
5.	<p>Критерії вірогідності оцінок. Перевірка гіпотез про рівність двох середніх генеральних сукупностей.</p> <p>Статистична гіпотеза. Нульова гіпотеза (H_0) та альтернативна гіпотеза (H_1). Етапи перевірки статистичних гіпотез. Помилки першого і другого роду. Рівні статистичної значущості. Зона невизначеності. Алгоритм прийняття статистичних рішень. Параметричні критерії відмінності. t-критерій Стюдента для незв'язаних вибірок. Критерій Крамера-Уелча. t-критерій Стюдента для зв'язаних вибірок. F-критерій Фішера. Критерій Стюдента для порівняння рівновеликих та нерівновеликих вибірок, вибірок з рівними та різними дисперсіями.</p>	4
6.	<p>Дисперсійний аналіз.</p> <p>Принцип дисперсійного аналізу. Мета та умови використання дисперсійного аналізу. Фактор, результативна ознака, регульовані та організовані фактори. Загальна схема однофакторного дисперсійного аналізу. Багатофакторний дисперсійний аналіз. Алгоритм виконання двохфакторного аналізу. Багатофакторний дисперсійний аналіз. Рівномірні, нерівномірні та пропорційні статистичні комплекси. Факторіальна, залишкова та групова дисперсії, відношення між дисперсіями. Корегована факторіальна та залишкова девіати. Схема трьохфакторного аналізу.</p>	6
7.	<p>Кореляційний аналіз.</p> <p>Функціональний та стохастичний зв'язок. Фізіологічна кореляція. Фенотипова кореляція. Генетична кореляція. Складання таблиць. Діаграма розсіювання. Коефіцієнт кореляції при нормальному двомірному розподілі. Коваріація. Стандартизація змінних. Коефіцієнт лінійної кореляції r Пірсона. Позитивна та негативна кореляція. Оцінка коефіцієнта кореляції. Похибка коефіцієнта кореляції. Статистична значимість коефіцієнтів кореляції.</p>	4
8.	<p>Регресійний аналіз.</p> <p>Регресійний аналіз як метод встановлення форми залежності між змінними. Емпіричні лінії регресії. Типи функціональних залежностей. Рівняння регресії. Одностороння регресія. Коефіцієнт регресії. Лінійний регресійний аналіз. Статистична значимість лінії регресії та коефіцієнта регресії. Помилка коефіцієнта регресії та</p>	6

	оцінка його статистичної значимості. Порівняння коефіцієнтів регресії. Зв'язок між регресією та кореляцією. Розрахунок коефіцієнту парної регресії. Нелінійна парна регресія. Підбір апроксимаційного рівняння нелінійної парної регресії. Поняття апроксимації та інтерполяції.	
9.	Похибки при прямих та непрямих вимірюваннях. Прямі та непрямі вимірювання. Істинне та вимірне значення фізичної величини. Фізична природа і види похибок. Довірчий інтервал та довірча ймовірність вимірювань. Оцінка сумарної похибки вимірювань. Графічне представлення результатів вимірів. Похибки непрямих вимірювань. Визначення абсолютної похибки непрямого вимірювання. Метод логарифмування. Оцінка похибки прямих та непрямих багаторазових вимірів.	6
10.	Диференціальні рівняння в біологічних параметрах. Закони збереження в математичній біології. Конвекція, дифузія, хемотаксис з точки зору потоку. Теорія випадкових блукань (два основні біологічні контексти: переміщення та розповсюдження тварин і мікроорганізмів, а також моделі хемотаксису, клітинної сигналізації та руху). Властивості та методи вирішення для диференціальних рівнянь в біологічних параметрах.	6
11.	Математичні моделі, що описуються системами диференціальних рівнянь. Модель Ходжкіна-Хакслі: генерація та розповсюдження потенціалів дії в електрично збуджуваних клітинах. Автохвильові процеси в активних середовищах. Точкова модель Ходжкіна-Хакслі. Моделювання поширення епідемій	6
12.	Застосування диференціальних рівнянь у частинних похідних. Розподіл населення. Макрофаги та бактерії. Полегшена дифузія кисню. Просторово-часові моделі росту пухлини. Транспорт макромолекули в тканинах. Ангіогенез.	6
13.	Математичні моделі елементів системи кровообігу. Математичні моделі елементів системи кровообігу. Рівняння гемодинаміки. Математичні моделі серця.	6
14.	Базові моделі у біології. Моделі зростання популяції: модель експоненційного росту – необмежене зростання чисельності популяції, модель логістичного росту – обмежене зростання. Рівняння необмеженого та обмеженого зростання. Моделі з критичними рівнями чисельності. Неперервні і дискретні моделі. Дискретна модель популяції з поколіннями, що не перекриваються. Коливання чисельності населення. Моделювання кінетики ферментативних реакцій. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Використання моделі для аналізу реакції. Інгібування. Модель Моно.	6
15.	Механічні властивості біологічних тканин. Поняття про деформацію. Види деформації. Абсолютне та відносне видовження, механічна напруга. Закон Гука. Діаграма деформації, її основні ділянки; характеристичні точки. Модуль Юнга, методи його визначення. Деформаційні властивості біологічних тканин	4

	(кістки, шкіра, легені тощо).	
16.	Біомеханіка опорно-рухового апарату. Лінійна кінематика. Обертальний рух. Види механічного руху. Суглоби, як визначальні елементи видів руху скелетно-м'язового апарату. Біомеханіка скронево-нижньощелепного суглоба. Важелі. Типи важелів в організмі людини. Види рухів у суглобах. Кінематичні ланцюги. М'язові скорочення та їх зв'язок з локомоціями. Види м'язових скорочень. Сила та швидкість м'язових скорочень. Робота м'язів, коефіцієнт корисної дії. Визначення положення центру мас людини	4
17.	Механіка кровообігу. Визначення в'язкості рідини. Деформація рідин. В'язкість. Ідеальні та реальні рідини. Формула Бернуллі. Правило неперервності потоку та система кровообігу людини. Сила в'язкого тертя. Формула Ньютона. Ньютонівські та неньютонівські рідини. В'язкість крові. Потік у циліндричних трубах. Формула Пуазейля. Гідрравлічний опір. Методи визначення в'язкості; метод Стокса та капілярний метод. Визначення в'язкості крові.	4
18.	Механічні коливання та хвилі. Основні фізичні характеристики коливань. Механічні хвилі, їх класифікація. Інфразвук. Дія інфразвуку на біологічні тканини та органи людини. Ультразвук. Дія ультразвуку на біологічні тканини та органи людини. Застосування ультразвуку та інфразвуку у медицині. Звук, його фізичні та фізіологічні характеристики. Звуковий (акустичний) тиск. Використання звуку для діагностики.	4
19.	Біофізичні основи слуху. Аудиометрія. Звук, його фізичні та фізіологічні характеристики. Звуковий (акустичний) тиск. Будов звукового аналізатора людини. Механізм звукового відчуття. Поріг чутності та поріг болю. Характеристики слухового відчуття. Закон Вебера-Фехнера. Аудиометрія.	4
20.	Основи термодинаміки. Термодинамічні системи: відкриті та закриті. Термодинамічні процеси. Оборотні та необоротні процеси. Термодинамічні параметри: теплоємність, ентропія, ентальпія. Термодинамічна рівновага. Робота в термодинаміці. Внутрішня енергія. Закони термодинаміки. Термодинамічні методи дослідження медико-біологічних систем.	6
21.	Структурно-функціональна організація біомембран. Дослідження руху речовин через біомембрани. Основні структурні компоненти біологічних мембран. Фізичні властивості біомембран. Рідкокристалічний стан біомембран. Функції біологічної мембрани. Пасивний транспорт речовин крізь мембранні структури. Рівняння Фіка. Швидкість дифузії. Рівняння Нернста-Планка.	4
22.	Поняття про електрографію органів і тканин. Електричне поле; потенціал електричного поля. Електричний диполь, електричний момент диполя. Теорія Ейнтховена. Модель ЕКГ, як підтвердження концепції Ейнтховена про генез ЕКГ. Фази	4

	трансмембранного потенціалу дії міокардіальної клітини. Деполяризація і реполяризація серцевого м'яза. Практична електрокардіографія. Будова та принцип дії електрокардіографа. Методика зняття ЕКГ в стандартних відведеннях.	
23.	Загальна характеристика і класифікація електронних медичних приладів. Пристрої для знімання медико-біологічної інформації. Загальна характеристика і класифікація електронних медичних приладів. Використання електронної медичної апаратури у діагностиці, електростимуляції та фізіотерапії. Поняття електродів та їх класифікація. Поняття датчиків та їх класифікація.	4
24.	Основи квантової та хвильової оптики. Взаємодія світла з речовиною (дисперсія, поглинання, розсіювання, фотоефект). Фотометрія. Основні фотометричні величини. Закон освітленості. Будова та принцип дії люксметра. Перевірка закону освітленості. Спектрофотометрія. Колориметрія. Нефелометрія.	4
25.	Квантово-механічні методи дослідження. Хвильові властивості мікрочастинок, формула де Бройля. Хвильова функція та її фізичний зміст. Рівняння Шредінгера. Квантово-механічна модель атома водню. Квантові числа. Енергетичні рівні. Принцип Паулі. Спектри випромінювання і поглинання. ІЧ- та УФ-спектрофотометрія. Люмінесценція, її види. Застосування явищ флуоресценції в медицині. Хемілюмінесцентні методи в медицині. Магнітний момент електрона, взаємодія з зовнішнім магнітним полем, релаксація. Спектри ЕПР. Принципова схема та принцип дії радіоспектрометра ЕПР. Ядерний магнітний резонанс. ЯМР-томографія. Будова та принципи дії трансмісійного та скануючого електронних мікроскопів. Застосування сучасних електронних мікроскопів в медицині. Атомно-силова мікроскопія.	4
26.	Рентгенівське випромінювання. Взаємодія рентгенівського випромінювання з біологічними системами. Природа рентгенівського випромінювання. Гальмівне та характеристичне випромінювання. Рентгенівська трубка. Спектр рентгенівського випромінювання. Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною та тканинами організму. Закон Бугера. Рентгенодіагностика та рентгенотерапія.	4
Разом		144

Індивідуальні завдання – програмою не передбачено.

Перелік теоретичних питань для підготовки здобувач вищої освіти до підсумкового модульного контролю.

1. Первинний аналіз даних. Об'єкт, атрибут, вибірка, залежні та незалежні змінні. Типи шкал.
2. Планування та проведення біометричного спостереження (експерименту). Забезпечення репрезентативності вибірки.
3. Теорія похибок вимірювання.

4. Емпіричні та експериментальні дослідження. Гіпотези. Змінні. Представлення.

5. Групування даних. Групування ознак за кількома ознаками. Альтернативне групування варіант. змінних. Варіаційний ряд. Систематизація. Визначення об'єму вибірки. Приклади групування даних в біології.

6. Випадкові величини, розподіл ймовірностей і функції розподілу. Емпірична функція розподілу, її числові характеристики.

7. Незалежні і залежні вибірки. Вимоги до опису вибірки. Особливості визначення параметрів у разі розбивки варіаційного ряду на класи. Особливості обробки варіаційних рядів малих вибірок.

8. Графічне зображення даних: гістограма, полігон частот, ламана накопичених частот.

9. Функція розподілу генеральної сукупності. Нормальний розподіл та його параметри. Функція щільності ймовірності нормального розподілу.

10. Біноміальний розподіл, його параметри. Розподіл Пуассона. Розподіл Стюдента, його використання.

11. Довірча ймовірність та рівні значущості. Нормоване відхилення.

12. Аналіз емпіричних розподілів. Використання показників асиметрії і ексцесу для визначення близькості емпіричного розподілу до нормального.

13. Перевірка гіпотези про нормальний розподіл генеральної сукупності (критерій Пірсона).

14. Критерії, які використовуються для порівняння емпіричного розподілу ознаки з теоретичним. χ^2 -критерій узгодженості Пірсона, його оцінка.

15. Статистична гіпотеза. Нульова гіпотеза (H_0) та альтернативна гіпотеза (H_1). Етапи перевірки статистичних гіпотез. Помилки першого і другого роду. Рівні статистичної значущості. Зона невизначеності.

16. Параметричні критерії відмінності. t-критерій Стюдента для незв'язаних вибірок. t-критерій Стюдента для зв'язаних вибірок. F-критерій Фішера.

17. Принцип дисперсійного аналізу. Мета та умови використання дисперсійного аналізу.

18. Багатофакторний дисперсійний аналіз. Алгоритм виконання двохфакторного аналізу. Багатофакторний дисперсійний аналіз. Рівномірні, нерівномірні та пропорційні статистичні комплекси.

19. Принцип кореляційного аналізу. Емпіричний коефіцієнт кореляції. Діаграма розсіювання. Коефіцієнт кореляції та його властивості. Коваріація. Стандартизація змінних.

20. Регресійний аналіз. Емпіричні лінії регресії. Типи функціональних залежностей. Рівняння регресії. Одностороння регресія. Коефіцієнт регресії.

21. Лінійний регресійний аналіз. Статистична значимість лінії регресії та коефіцієнта регресії. Помилка коефіцієнта регресії та оцінка його статистичної значимості.

22. Методи планування експериментів. Завдання та принципи планування досліджень. Наближені оцінки основних статистичних показників. Визначення необхідного обсягу вибірки.

23. Методи планування експериментів. Вибір методів статистичного аналізу очікуваних даних. Алгоритм науково-дослідної роботи. Етапи статистичного аналізу результатів дослідження.

24. Прямі та непрямі вимірювання. Фізична природа і види похибок. Довірчий інтервал та довірча ймовірність вимірювань. Оцінка сумарної похибки вимірювань. Похибки непрямих вимірювань.
25. Моделі, їх типи. Ієрархія масштабів у біологічних системах. Регуляторні мережі біосистем.
26. Класифікація математичних моделей.
27. Етапи побудови математичної моделі. Приклади моделей біологічних явищ.
28. Методи математичного моделювання.
29. Диференціальні рівняння першого порядку. Моделі біології, що описуються диференціальним рівнянням першого порядку.
30. Застосування диференціальних рівнянь у частинних похідних для моделювання біологічних процесів.
31. Математичні моделі елементів системи кровообігу.
32. Деформації, їх види. Пружність та пластичність. Абсолютна, відносна деформація. Механічне напруження. Закон Гука. Модуль Юнга. Методика визначення Модуля Юнга (для кісток).
33. Механічний рух. Важелі. Типи важелів в організмі. Види рухів у суглобах. Кінематичні ланцюги. М'язові скорочення та їх зв'язок з локомоціями.
34. Поверхневий натяг. Механізм виникнення. Явище змочування, не змочування. Коефіцієнт поверхневого натягу та методи його визначення. Емболія, її види, механізми утворення.
35. Внутрішнє тертя. В'язкість. Формула Ньютона для внутрішнього тертя. Ньютонівські та неньютонівські рідини. В'язкість крові. Методи визначення в'язкості рідин.
36. Стаціонарна течія рідин. Рівняння неперервності. Лінійна та об'ємна швидкості. Ламінарний та турбулентний плин. Число Рейнольдса. Рівняння Бернуллі. Плин в'язких рідин. Формула Пуазейля. Гідравлічний опір.
37. Структура, функції біологічних мембран. Фізичні властивості біомембран. Рідкокристалічний стан біомембран. Функції білків.
38. Транспорт речовин крізь мембранні структури. Рівняння Фіка. Швидкість дифузії. Електрохімічний градієнт і потенціал. Осмос і фільтрація. Молекулярна організація активного транспорту на прикладі роботи K-Na-наосу.
39. Природа мембранного потенціалу спокою. Механізм формування. Потенціал дії (ПД). Виникнення і розвиток ПД.
40. Механічні хвилі. Види та характеристики механічних хвиль. Звукові хвилі, їх види. Фізичні характеристики звуку, їх зв'язок з фізіологічними. Закон Вебера-Фехнера. Аудиометрія. Шкала інтенсивності та шкала гучності звуку, одиниці. Пороги чутності та больового відчуття.
41. Електричні характеристики біологічних тканин. Закон Ома в диференційній формі. Провідність біологічних тканин. Ємнісні властивості. Еквівалентна електрична схема.
42. Біофізичні основи електрографії. Поняття про еквівалентний електричний генератор. Концепція Ейнтховена про генез ЕКГ (інтегральний електричний вектор серця, потенціал диполя, система відведень).
43. Імпеданс біологічних тканин. Дисперсія імпедансу. Фізичні основи реографії.
44. Фізичні процеси в біооб'єктах під дією електричних, магнітних полів та електромагнітного поля (поляризація, струми провідності, індуктивні та електричне зміщення).

45. Елементи геометричної оптики. Центрована оптична система. Оптична мікроскопія. Характеристики мікроскопу.

46. Поглинання та розсіяння світла. Закон Бугера. Поглинання світла розчинами. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Концентраційна колориметрія.

47. Теплове випромінювання тіл, його характеристики. Абсолютно чорне та сірі тіла. Закон Кірхгофа. Теплове випромінювання тіла людини. Поняття про термографію. Закони випромінювання абсолютно чорного тіла.

48. Фотоефект та його застосування. Внутрішній та зовнішній фотоефекти. Фотоелектричні прилади в медицині.

49. Індуковане випромінювання. Рівноважна та інверсна заселеність енергетичних рівнів. Лазери, принцип дії та застосування в медицині.

50. Рентгенівське випромінювання, спектр та характеристики, застосування в медицині. Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною. Закон послаблення рентгенівського випромінювання.

51. Радіоактивність. Структура атому. Ізотопи. Види радіоактивності. Основний закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність, одиниці активності.

52. Іонізуюче випромінювання та його види. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною. Захист від дії іонізуючого випромінювання. Дозиметрія іонізуючого випромінювання. Експозиційна та поглинена дози. Біологічна дія випромінювання, біологічна еквівалентна доза. Потужність дози. Одиниці доз та потужностей доз.

Перелік практичних навичок до підсумкового модульного контролю.

1. Уміти здійснювати первинний аналіз даних.
2. Пояснювати значення параметрів варіаційного ряду.
3. Тракувати поняття математичного очікування, дисперсії та середнього квадратичного відхилення.
4. Визначати тип розподілу вибірових даних.
5. Проводили аналіз відповідності вибірового нормального розподілу.
6. Здійснювати перевірку статистичних гіпотез.
7. Застосовувати параметричні та непараметричні критерії відмінності для незалежних та залежних вибірок.
8. Визначати можливість застосування дисперсійного аналізу.
9. Тракувати поняття кореляції та регресії.
10. Визначати коефіцієнти парної та множинної кореляції.
11. Здійснювати лінійний регресійний аналіз.
12. Визначати зв'язки категоріальних змінних за допомогою непараметричних показників кореляції та спряженості.
13. Аналізувати структуру даних за результатами факторного аналізу.
14. Визначати необхідний обсяг вибірки за наявними характеристиками об'єктів дослідження.
15. Розраховувати похибки вимірювань
16. Уміти визначати компоненти і зв'язки біологічних систем.
17. Формулювати прямі та зворотні класи завдань, пов'язані із моделями.
18. Вирішувати диференційні рівняння першого порядку.
19. Пояснювати принципи моделювання біохімічних процесів за допомогою диференційних рівнянь.
20. Здійснювати побудову і аналіз основних популяційних моделей.

21. Аналізувати принципи моделювання поширення епідемій.
22. Пояснювати принципи застосування диференціальних рівнянь у частинних похідних в різних задачах біологічного моделювання.
23. Класифікувати механічні коливання і хвилі.
24. Трактувати основні фізичні поняття та закони біомеханіки, біоакустики, біореології та гемодинаміки.
25. Пояснювати фізичні основи аудіометрії як методу дослідження слуху.
26. Демонструвати навички роботи з аудіометром.
27. Трактувати біофізичні механізми дії ультразвуку та інфразвуку на організм людини та пояснювати механізми, що лежать в основі використання ультразвуку в медицині.
28. Трактувати механічні моделі в'язко-пружних властивостей біологічних тканин.
29. Визначати модуль Юнга біологічних тканин.
30. Демонструвати навички вимірювання коефіцієнтів поверхневого натягу і в'язкості рідин.
31. Трактувати газову емболію як фізичне явище.
32. Пояснювати фізичні основи методів вимірювання в'язкості крові та методів вимірювання тиску крові і швидкості кровообігу.
33. Аналізувати структурні елементи біологічних мембран їх фізичні та динамічні властивості.
34. Пояснювати механізми пасивного та активного транспорту речовин крізь мембранні структури клітин.
35. Трактувати механізм виникнення потенціалу дії, швидкість та особливості його поширення в аксонах.
36. Трактувати генез електрокардіограми на підставі аналізу основних концепцій електрокардіографії.
37. Пояснювати фізичні основи дії постійного і змінного електричного полів на організм людини та вирізняти фізіотерапевтичні (лікувальні) методики, що їх використовують.
38. Аналізувати еквівалентні електричні схеми біологічних тканин та крові, дисперсії імпедансу біологічних тканин в нормі і патології.
39. Пояснювати механізм дії магнітного (постійного і змінного) та електромагнітного полів на біологічні об'єкти, на основі аналізу фізичних та біофізичних процесів, що відбуваються у біологічних тканинах під дією фізичних полів в організмі людини.
40. Визначати оптичні характеристики ока та мікроскопа як центрованої оптичної системи.
41. Трактувати фізичні механізми, що лежать в основі рефрактометрії та концентраційної поляриметриї.
42. Демонструвати навички роботи з рефрактометром.
43. Пояснювати методи концентраційної колориметрії.
44. Трактувати теплове випромінювання тіла людини та фізичні основи методу термографії.
45. Трактувати основні види, властивості та застосування люмінесценції.
46. Пояснювати фізичні основи роботи лазера та принцип його дії.
47. Пояснювати основи застосування квантово-механічних резонансних методів в медицині.

48. Пояснювати первинні механізми взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною та вирізняти напрями застосування рентгенівського випромінювання в медицині.

49. Аналізувати основні види, властивості та дози радіоактивного випромінювання.

Форма підсумкового контролю успішності навчання

Підсумковий модульний контроль.

Система поточного та підсумкового контролю

На кожному практичному занятті здійснюється поточний контроль знань відповідно конкретним цілям теми. На практичних заняттях оцінюються теоретична, практична підготовка та СРС (самостійна робота здобувача вищої освіти) як підготовка до аудиторних занять.

Оцінка успішності є інтегрованою (оцінюються всі види роботи здобувача вищої освіти як під час підготовки до заняття, так і під час заняття) за критеріями, які доводяться до відома здобувачів вищої освіти на початку вивчення відповідної дисципліни.

Критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти з дисципліни визначаються згідно стандартизованих узагальнених критеріїв оцінювання знань здобувачів вищої освіти в ПДМУ (таблиця 1).

Таблиця 1.

Стандартизовані узагальнені критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти в ПДМУ

За 4-бальною шкалою	Оцінка в ЕКТС	Критерії оцінювання
5 (відмінно)	A	Здобувач вищої освіти виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння дія прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили, володіє не менш ніж 90% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
4 (добре)	B	Здобувач вищої освіти вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі у стандартизованих ситуаціях, самостійно виправляє помилки, кількість яких незначна, володіє не менш ніж 85% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
	C	Здобувач вищої освіти вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом науково-педагогічного працівника, в цілому самостійно застосовувати її на практиці, контролювати власну діяльність, виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для потвердження думок, володіє не

		менш ніж 75% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
3 (задовільно)	D	Здобувач вищої освіти відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень з допомогою науково-педагогічного працівника може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих, володіє не менш ніж 65% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
	E	Здобувач вищої освіти володіє навчальним матеріалом на рівні вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, володіє не менш ніж 60% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
2 (незадовільно)	F _X	Здобувач вищої освіти володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину матеріалу, володіє менш ніж 60% знань з теми як по час опитування, та усіх видів контролю.
	F	Здобувач вищої освіти володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, володіє менш ніж 60% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.

Конвертація поточної оцінки, виставленої за традиційною 4-бальною шкалою, в багатобальну на кожному занятті не проводиться.

Конвертація оцінки за традиційною 4-бальною шкалою у багатобальну (максимум 120 балів) проводиться лише після поточного заняття, яке передуює підсумковому модульному контролю. Конвертація проводиться за таким алгоритмом:

1. підраховується середня оцінка студента за традиційною 4-бальною шкалою, отримана протягом поточних занять, що належать до цього модулю (з точністю до сотих балу);
2. середній бал поточної успішності розраховується на загальну кількість занять у модулі, а не на фактично відвідану студентом;
3. для одержання конвертованої багатобальної сумарної оцінки поточної успішності за модуль використовується підрахована середня оцінка за модуль, отримана за традиційною 4-бальною шкалою, помножена на коефіцієнт 24. Винятком є випадок, коли середня за традиційною 4-бальною шкалою оцінка становить 2 бали. У цьому разі студент отримує 0 балів за багатобальною шкалою, або для одержання конвертованої багатобальної сумарної оцінки поточної успішності за модуль використовують таблицю 2.

Мінімальна конвертована сума балів поточної успішності для всіх модулів складає **72 бала**.

Таблиця 2

Уніфікована таблиця відповідності балів за поточну успішність, балам за ПМК, екзамен, та традиційній чотирьохбальній оцінці

Середній бал за поточну успішність (А)	Бали за поточну успішність з модуля (А * 24)	Бали за ПМК з модуля (А*16)	Бали за модуль та/або екзамен (А*24 + А*16)	Категорія ЄКТС	За 4-бальною шкалою
2	48	32	80	F FX	2 незадовільно
2,1	50	34	84		
2,15	52	34	86		
2,2	53	35	88		
2,25	54	36	90		
2,3	55	37	92		
2,35	56	38	94		
2,4	58	38	96		
2,45	59	39	98		
2,5	60	40	100		
2,55	61	41	102		
2,6	62	42	104		
2,65	64	42	106		
2,7	65	43	108		
2,75	66	44	110		
2,8	67	45	112		
2,85	68	46	114		
2,9	70	46	116		
2,95	71	47	118		
3	72	50	122	E	3 задовільно
3,05	73	50	123		
3,1	74	50	124		
3,15	76	50	126		
3,2	77	51	128		
3,25	78	52	130		
3,3	79	53	132	B	
3,35	80	54	134		
3,4	82	54	136		
3,45	83	55	138		
3,5	84	56	140		
3,55	85	57	142		
3,6	86	58	144		
3,65	88	58	146		
3,7	89	59	148		
3,75	90	60	150		
3,8	91	61	152		
3,85	92	62	154		
3,9	94	62	156		
3,95	95	63	158		
4	96	64	160	B	
4,05	97	65	162		
4,1	98	66	164		

4,15	100	66	166		
4,2	101	67	168		
4,25	102	68	170		
4,3	103	69	172		
4,35	104	70	174		
4,4	106	70	176		
4,45	107	71	178		
4,5	108	72	180		
4,55	109	73	182	А	5 ВІДМІННО
4,6	110	74	184		
4,65	112	74	186		
4,7	113	75	188		
4,75	114	76	190		
4,8	115	77	192		
4,85	116	78	194		
4,9	118	78	196		
4,95	119	79	198		
5	120	80	200		

Підсумковий контроль засвоєння модулю відбувається по завершенню вивчення блоку відповідних змістових модулів шляхом тестування та виконання завдань.

До підсумкового модульного контролю допускаються студенти, що відвідали всі лекційні і практичні заняття (або відпрацювали пропущені заняття у встановленому порядку), виконали усі вимоги навчального плану і набрали конвертовану суму балів не меншу за мінімальну – 72 бали. Якщо за результатами поточної успішності студент набрав 72 бали, він допускається до складання ПМК.

Наявність оцінки «2» за поточну успішність не позбавляє студента права допуску до підсумкового модульного контролю з допустимою мінімальною кількістю балів за поточну успішність.

Студент не має право перескладати поточні оцінки «2» якщо він має мінімальну суму балів для допуску до контрольних заходів. Поточні оцінки «3» або «4» не перескладаються. Студент зобов'язаний перескладати «2», у разі, якщо середній бал поточної успішності за модуль не досягає мінімального (3,0 бали). Дозвіл на відпрацювання поточної оцінки «2» надає завідувач кафедри лише з метою досягнення студентом мінімальної кількості балів для допуску до підсумкового контролю.

Студентам, які під час навчання з медичної інформатики мають середній бал успішності від 4,5 до 5,0 звільняються від складання ПМК і автоматично (за згодою) отримують підсумкову оцінку відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3

Критерії відповідності середнього балу поточної успішності результатам складання ПМК

Середній бал поточної успішності	Відповідність балам за ПМК
4,5	72
4,55	73
4,6	74
4,65	74
4,7	75

4,75	76
4,8	77
4,85	78
4,9	78
4,95	79
5	80

Оцінювання знань під час проведення ПМК відбувається у два етапи.

Перший – проходження тестового контролю, який містить лише теоретичні питання згідно з програмою дисципліни. Загальна кількість питань у тестовому контролі складає – 25 шт. За кожне питання студент має можливість отримати 2 бали. Якщо кількість балів, яку отримав студент за тестовий контроль становить більше 20 балів, то тест вважається пройденим успішно. В іншому випадку вважається тест не пройденим і виставляється загальна незадовільна оцінка за ПМК, яка дорівнює кількості балів правильних відповідей.

Наступний етап – вирішення типових завдань. За вичерпне розв'язання яких студент може отримати максимум 30 балів.

Отже, в випадку успішного проходження тесту сумарна оцінка за ПМК складається за схемою:

Загальна оцінка ПМК виставляється відповідно до наступних положень.

ПМК = бали за тестовий контроль + оцінка за завдання

71-80 балів отримує студент, який виконав тестові завдання та виявив всебічні, систематичні і глибокі знання, здатність самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, ознайомлений з основною і додатковою літературою, рекомендованою програмою. Знання студента є міцними, узагальненими; студент вміє застосовувати знання творчо, його навчальна діяльність позначена вмінням самостійно оцінювати різноманітні ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію.

61-70 балів отримує студент, який виконав тестові завдання та засвоїв навчально-програмовий матеріал у повному обсязі, успішно виконує передбачені програмою завдання, опрацював основну літературу, рекомендовану програмою. Тобто студент знає істотні ознаки понять, явищ, закономірностей, зв'язків між ними, а також самостійно застосовує знання в стандартних ситуаціях, володіє розумовими операціями, вміє робити висновки, виправляти допущені помилки. Відповідь повна, правильна, логічна, обґрунтована.

50-60 балів отримує студент, який виконав тестові завдання та виявив знання основного навчального матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання і майбутньої роботи за професією, здатний виконувати елементарні завдання за зразком, передбачені програмою, ознайомлений з основною літературою, рекомендованою програмою. Як правило, відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу стисла, зумовлюється початковими уявленнями про предмет вивчення. Студент відтворює основний навчальний матеріал та володіє елементарними вміннями навчальної діяльності.

0-49 балів отримує студент, який не виконав тестові завдання та у знаннях якого є прогалини, який припустився принципових помилок у виконанні передбачених програмою завдань, тобто студент, який неспроможний описати явища, не виявляє знання і розуміння основних положень теми.

Результат підсумкового модульного контролю оцінюється у балах (традиційна 4-бальна оцінка не виставляється). Максимальна кількість балів підсумкового модульного контролю складає 80 балів. Мінімальна кількість балів підсумкового модульного контролю, за якої контроль вважається складеним, є 50 балів. **Максимальна кількість балів за модуль складає 200 балів.**

Оцінка з дисципліни виставляється кафедрою за традиційною (національною) 4-бальною шкалою на основі середньої кількості балів за два модулі, що передбачені програмою дисципліни.

Шкала переведу середньої кількості балів за модулі, що передбачені програмою з дисципліни, у традиційну оцінку за 4-бальною шкалою дисциплін представлена у таблиці 4.

Таблиця 4

Переведення середньої кількості балів за всі модулі, що передбачені програмою з дисципліни, у традиційну оцінку за 4-бальною шкалою

Середня кількість балів за всі модулі дисципліни	Традиційна оцінка за 4-бальною шкалою
122 – 139,99	3
140 – 179,99	4
180 – 200	5

Оцінка з дисципліни виставляється лише в тому разі, якщо студент має всі зараховані модулі.

Методи навчання

У процесі навчання використовується широкий спектр традиційних та інноваційних методів навчання. Виходячи з домінуючої у сучасній дидактиці класифікації методів навчання за типом пізнавальної діяльності, рекомендується використовувати такі методи:

- пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний) метод;
- репродуктивний;
- метод проблемного викладу;
- частково-пошуковий (евристичний) метод;
- дослідницький метод;
- інтерактивний метод.

Методи контролю

- усне опитування (індивідуальне та фронтальне);
- письмове опитування;
- комбіноване (ущільнене) опитування;
- контроль практичних умінь та навичок;
- самоконтроль;
- контроль виконання індивідуальних завдань;
- тестовий контроль.

Методичне забезпечення

1. Робоча навчальна програма
2. Методичні розробки лекцій

3. Методичні рекомендації для викладачів
4. Методичні вказівки для самостійної роботи здобувачів вищої освіти під час підготовки до практичного заняття та на занятті
5. Список рекомендованої літератури
6. Матеріали для контролю знань, умінь і навичок здобувачів вищої освіти:
 - тести різних рівнів складності
 - ситуаційні задачі
7. Мультимедійні презентації

Рекомендована література

Базова

1. Основи вищої математики : електронний навчальний посібник / Л. В. Ісичко, Н. В. Лобач, С. А. Стеценко. – Полтава, 2023. – 189 с.
2. Макаренко О.В. Біологічна фізика: електронний навчальний посібник / О.В. Макаренко, О.В. Сілкова, В.І. Макаренко. – Полтава: ВДНЗУ УМСА, 2021. – 188 с.
3. Прилуцький Ю.І. Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О. Статистичні методи в біології.– *Київ : Наукова думка, 2017. – 211с.*
4. Осадча Ю.В. Математичні методи в біології. Київ, 2017. 601 с.
5. 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.

Допоміжна

1. Біометрія : навч. посіб. / уклад. : С. С. Чепур ; рец. : О. І. Савіна, І. Ф. Шишканинець ; М-во освіти і науки України, ДВНЗ «Ужгородський національний університет». — Ужгород : Говерла, 2023. — 196 с. : іл., табл. — Бібліогр.: с. 184. — ISBN 978-617-7825-90-5.
2. Кузнецов І. П., Качинська Т. В. Лабораторний практикум з нейроінформатики / Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, медико-біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин. – Луцьк, 2020. – 92 с.
3. Статистика: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / Н. Кушнір [та ін.] ; Центр навчальної літератури. - К. : ЦНЛ, 2019. - 208 с.: рис., табл.
4. Медична та біологічна фізика: лабораторний практикум: навчально-методичний практикум для студентів ЗВО III-IV рівнів акредитації за спеціальністю «Медицина» / П.М. Григоришин, В.П. Шафранюк, В.С. Пикалюк, О.М. Абрамчук, О.А. Журавльов; Волинський національний університет імені Лесі Українки, навчально-науковий медичний інститут, кафедра анатомії людини. Луцьк, 2020. - 298 с.
5. Медична та біологічна фізика. Підручник / С.В. Погорелов, Е.О. Ромоданова, Р.Р. Османов, В.О. Тіманюк. – Харків, – 2019.

Інформаційні ресурси

1. <http://www.maths.usyd.edu.au> /Сторінка Університету Сіднея, факультету математики і статистики.
2. <http://www.math.upenn.edu/MathSources.html> / математичні ресурси інтернету на сервері математичного факультету Університету Пенсільванії.
3. Інститут прикладних проблем фізики і біофізики [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nas.gov.ua/UA/Org/Pages/default.aspx?OrgID=0000292>

4. Biophysical Society [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.biophysics.org/>

5. http://6years.net/index.php?do=static&page=Matematika_Statistika – вільний доступ до книг з математичної статистики <https://www.tibco.com/products/data-science> – сайт розробника ПЗ Statistica

Розробники: Ісичко Л. В – доцент, кандидат педагогічних наук.

Коровіна Л.Д. – старший викладач, кандидат біологічних наук.

Сілкова О. В. – доцент, кандидат педагогічних наук.