



<b>1. Загальна інформація</b>	
Назва факультету	Медичний факультет №1, Медичний факультет №2
Освітня програма (галузь, спеціальність, рівень вищої освіти, форма навчання)	22 Охорона здоров'я, 222 Медицина, другий (магістерський) рівень вищої освіти, денна форма
Навчальний рік	2023-2024
Назва дисципліни, код (електронна адреса на сайті ЛНМУ імені Данила Галицького)	<b>Медична та біологічна фізика</b> (код ОК-6) <a href="mailto:kaf_biophysics@meduniv.lviv.ua">kaf_biophysics@meduniv.lviv.ua</a>
Кафедра (назва, адреса, телефон, e-mail)	кафедра біофізики 79010, м. Львів, вул. Шимзерів, 3а тел. +38 (032) 275-58-76 <a href="mailto:kaf_biophysics@meduniv.lviv.ua">kaf_biophysics@meduniv.lviv.ua</a>
Керівник кафедри (контактний e-mail)	Роман ФАФУЛА, доктор біологічних наук, професор <a href="mailto:fafula_roman@meduniv.lviv.ua">fafula_roman@meduniv.lviv.ua</a>
Рік навчання (рік, на якому реалізується вивчення дисципліни)	перший
Семестр (семестр, у якому реалізується вивчення дисципліни)	I, II
Тип дисципліни/модулю (обов'язкова/ вибіркова)	обов'язкова
Викладачі (імена, прізвища, наукові ступені і звання викладачів, які викладають дисципліну, контактний e-mail)	Роман ФАФУЛА, доктор біологічних наук, професор; <a href="mailto:fafula_roman@meduniv.lviv.ua">fafula_roman@meduniv.lviv.ua</a> Марія ВІСЬТАК, доктор технічних наук, професор; <a href="mailto:vistak_maria@ukr.net">vistak_maria@ukr.net</a> Маріанна ПАЙКУШ, доктор педагогічних наук, доцент; <a href="mailto:marianna.gron@gmail.com">marianna.gron@gmail.com</a> Оксана МАЛАНЧУК, кандидат фізико-математичних наук, доцент; <a href="mailto:oksana.malan@gmail.com">oksana.malan@gmail.com</a> Зоряна ФЕДОРОВИЧ, кандидат біологічних наук, доцент; <a href="mailto:Zoryana.Ivanytska@gmail.com">Zoryana.Ivanytska@gmail.com</a> Галина ГАЛИК старший викладач; <a href="mailto:galynagalyk@ukr.net">galynagalyk@ukr.net</a>
Erasmus	ні
Особа, відповідальна за силабус	Роман ФАФУЛА, <a href="mailto:kaf_biophysics@meduniv.lviv.ua">kaf_biophysics@meduniv.lviv.ua</a>
Кількість кредитів ECTS	4,0 кредити
Кількість годин (лекції/ практичні заняття/ самостійна робота студентів)	120 год. (16 год лекції / 44 год лабораторно-практичні заняття / 60 год самостійна робота студентів)
Мова навчання	українська / англійська
Інформація про консультації	консультації відбуваються відповідно до затвердженого графіку
Адреса, тел. та регламент роботи клінічної бази, бюро	немає

## 2. Коротка анотація до курсу

Відповідно до освітньо-професійної програми дисципліна «Медична та біологічна фізика» є однією з фундаментальних природничо наукових дисциплін, що складають теоретичну основу підготовки фахівців вищої кваліфікації для медицини.

Медична та біологічна фізика вивчає фізичні процеси, що відбуваються у біологічних середовищах та вплив зовнішніх чинників на живий організм. Медична та біологічна фізика вивчає фізичні механізми та фізико-хімічні процеси в біологічних об'єктах на різних рівнях їх організації: молекулярному, клітинному, тканинному, органному, а також на рівні організму та популяції. Фізичні явища відіграють важливу і зазвичай визначальну роль у біологічних процесах, що відбуваються в живих організмах як за нормальних умов так і при захворюваннях. Вивчення медичної та біологічної фізики формує у студентів основні уявлення про найзагальніші властивості і форми руху матерії, про найважливіші фізичні закономірності, що лежать в основі механічних, термічних, електричних, магнітних, спектральних, поляризаційних та інших фізичних методів дослідження різних властивостей лікарських засобів.

Медична та біологічна фізика як фундаментальна дисципліна досить складна, і для її засвоєння використовуються різні форми лекційних, лабораторних, практичних занять і самостійної роботи студентів. Використання теоретичної бази до розв'язування розрахункових задач із медико-біологічним змістом, інтерпретація експериментальних результатів під час виконання лабораторних робіт дають змогу навчатись науковій аргументації, а також розвиває вміння послідовно і логічно мислити.

Пропонована дисципліна забезпечує: відповідність змісту галузевих стандартів вищої освіти через безпосередній зв'язок її змісту з цілями вищої освіти; відповідність ліцензійним та акредитаційним умовам та вимогам; відповідність «Стандартам і рекомендаціям щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти»; можливість використання компетенцій, сформованих медичною та біологічною фізикою, як фундаменту для формування фахових компетентностей майбутнього фахівця; однозначність критеріїв оцінювання навчальних досягнень.

## 3. Мета і цілі курсу

Метою викладання навчальної дисципліни «Медична та біологічна фізика» є поглиблення і вдосконалення знань, вмінь і практичного розуміння біофізичних процесів у живому організмі; фізичних методів діагностики захворювань і дослідження біологічних систем; впливу фізичних факторів на організм людини при її лікуванні; фізичних властивостей матеріалів, які використовуються в медицині та фармації; фізичних властивостей і характеристик оточуючого середовища.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є вивчення:

- ✓ загальних фізичних та біофізичних закономірностей, що лежать в основі життєдіяльності людини;
- ✓ фізичних основ та біофізичних механізмів дії зовнішніх чинників (полів) на системи організму людини;
- ✓ фізичних явищ, які лежать в основі діагностичних і фізіотерапевтичних (лікувальних) методів, що застосовуються у медичній практиці.

Досягнення цих цілей дозволить студентам-медикам оволодіти фізичними і біофізичними, фізико-технічними і математичними знаннями та вміннями, які необхідні для безпосереднього формування лікаря - професіонала своєї справи, а також для вивчення інших навчальних теоретичних і клінічних дисциплін у медичних закладах вищої освіти, а також забезпечить формування загальних і спеціальних **компетентностей та результатів навчання**.

А саме **загальні компетентності (ЗК)**:

- ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 2 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 3 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 4 Знання та розуміння предметної галузі та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 5 Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК 6	Здатність приймати обґрунтовані рішення.
ЗК 7	Здатність працювати в команді.
ЗК 8	Навички міжособистісної взаємодії.
ЗК 9	Здатність спілкуватись іноземною мовою.
ЗК 10	Здатність використовувати інформаційні і комунікаційні технології.
ЗК 11	Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК 12	Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
<b>фахові компетентності (ФК):</b>	
ФК 2	Здатність до визначення необхідного переліку лабораторних та інструментальних досліджень та оцінки їх результатів.
ФК 10	Здатність до виконання медичних маніпуляцій.
ФК 17	Здатність до оцінювання впливу навколишнього середовища, соціально-економічних та біологічних детермінант на стан здоров'я індивідуума, сім'ї, популяції.
<b>програмні результати навчання (ПРН):</b>	
ПРН 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 (ЗК1 – ЗК12, ФК2, ФК10, ФК17).
ПРН 2.	Розуміння та знання фундаментальних і клінічних біомедичних наук, на рівні достатньому для вирішення професійних задач у сфері охорони здоров'я (ЗК4, ЗК6, ЗК10 – ЗК12, ФК2, ФК10, ФК17).
ПРН 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 (ЗК1 – ЗК3, ЗК6, ЗК7, ЗК9 – ЗК12, ФК2).
ПРН 23.	Оцінювати вплив навколишнього середовища на стан здоров'я людини для оцінки стану захворюваності населення (ФК17).
ПРН 24.	Організувати необхідний рівень індивідуальної безпеки (власної та осіб, про яких піклується) у разі виникнення типових небезпечних ситуацій в індивідуальному полі діяльності (ЗК6).

#### 4. Пререквізити курсу

1.	Знання основних понять, законів, суті явищ, величин вимірювання за курс фізики середньої школи.
2.	Знання анатомії і фізіології людини з курсу біології середньої школи.
3.	Знання електронної будови атома та природи хімічних зв'язків з курсу хімії середньої школи.
4.	Вміння абстрактно мислити, аналізувати та здатність до синтезу знань.
5.	Вміння застосовувати знання у практичній діяльності.
6.	Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

#### 5. Програмні результати навчання

##### Список результатів навчання

Код результату навчання	Зміст результату навчання	Покликання на код матриці компетентностей
ЗН-1	загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі життєдіяльності людини;	ПРН 1, ПРН 2, ПРН 3
ЗН-2	фізичні основи та біофізичні механізми дії зовнішніх чинників на системи організму людини;	ПРН23, ПРН24
ЗН-3	фізичні основи діагностичних і фізіотерапевтичних (лікувальних) методів, що застосовуються у медичній апаратурі;	ПРН 1, ПРН 2, ПРН 3, ПРН23, ПРН24

УМ-1	аналізувати фізичні процеси в організмі, використовуючи фізичні закони і явища; аналізувати механізми взаємодії фізичних чинників зовнішнього середовища з організмом людини; демонструвати здатність вибору методу інструментального дослідження згідно поставленої задачі; демонструвати навик роботи з медичною апаратурою, що застосовується для медичної візуалізації та терапії, зокрема ультразвукової діагностики, електрокардіографії, реографії, аудіометрії, приладах для фізіотерапії, оптичних та квантово-механічних приладах і системах, приладах радіометричного та дозиметричного контролю; пояснити принцип роботи медичного обладнання.	ПРН 1, ПРН 2, ПРН 3
УМ-2		ПРН23, ПРН24
УМ-3		ПРН 1, ПРН 2, ПРН 3, ПРН23, ПРН24
УМ-4		ПРН 1, ПРН 2, ПРН 3, ПРН23, ПРН24
УМ-5		ПРН 1, ПРН 2, ПРН 3, ПРН23, ПРН24
К-1	здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність проведення досліджень на відповідному рівні.	ПРН 1, ПРН 2, ПРН 3, ПРН23, ПРН24
К-2		
АВ-1	досвід самостійної предметної діяльності, навчально-пізнавальної, аналітичної, здатність до синтезу знань; здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку; здатність до контролю, самоконтролю результатів навчання.	ПРН 1, ПРН 2, ПРН 3, ПРН23, ПРН24
АВ-2		
АВ-3		
<b>6. Формат і обсяг курсу</b>		
Формат курсу (вказіть очний або заочний)	очна	
Вид занять	Кількість годин	Кількість груп
лекції	<b>16</b>	34
практичні	<b>44</b>	
семінари	-	
самостійні	<b>60</b>	

### 7. Тематика та зміст курсу

Код виду занять	Тема	Зміст навчання	Код результату навчання	Викладачі
Л-1 (лекція)	Клітинні мембрани. Структурна організація та біофізичні властивості мембран. Мембранний транспорт.	Структурні елементи біологічних мембран. Фізичні властивості біомембран. Рідкокристалічний стан біомембран. Динамічні властивості мембран. Види градієнтів. Пасивний транспорт речовин крізь мембранні структури: дифузія, осмос, фільтрація. Рівняння Фіка. Коефіцієнти проникності мембрани для певної речовини. Рівняння Нернста-Планка. Електрохімічний потенціал. Рівняння Теорелла. Первинно- і вторинно активний транспорт. Йонні насоси та обмінники. Молекулярна організація активного транспорту на прикладі роботи $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ -помпи. Везикулярний транспорт.	ЗН-1 УМ-1	д.б.н., професор Роман ФАФУЛА
Л-2	Мембранний потенціал спокою. Механізми генерації і розповсюдження потенціалу дії. Основні біофізичні властивості йонних каналів.	Мембранні потенціали спокою та дії. Природа мембранного потенціалу спокою (рівноважний потенціал Нернста, дифузійний потенціал, потенціал Доннана, стаціонарний потенціал Гольдмана-Ходжкіна-Катца). Потенціал дії. Йонні механізми виникнення потенціалу дії. Поширення потенціалу дії у нервових волокнах. Локальні потенціали. Кабельна теорія. Еквівалентна	ЗН-1 УМ-1	д.б.н., професор Роман ФАФУЛА

		електрична схема ділянки збудливої мембрани. Феноменологічні рівняння Ходжкіна-Хакслі. Загальні принципи функціонування йонних каналів. Натрієві канали. Калієві канали. Кальцієві канали. Аніонні канали. Ворітні струми потенціал-керованих йонних каналів. Поняття про каналопатії.		
Л-3	Елементи біомеханіки. Біофізичні основи реології та гемодинаміки.	Елементи біомеханіки. Опорно-руховий апарат людини. Динамічна і статистична робота людини при різних видах її діяльності. Ергометрія. Методи і прилади для вимірювання біомеханічних характеристик. Механічні властивості біологічних тканин. Закон Гука. Модуль Юнга і коефіцієнт Пуассона. Текучість і релаксація напруги. Основи біореології. Внутрішнє тертя, в'язкість. Формула Ньютона для сили внутрішнього тертя. Ньютонівські та неньютонівські рідини. Методи та прилади для вимірювання в'язкості. Реологічні властивості крові. В'язкість крові та її використання у діагностиці захворювань. Ламінарна та турбулентна текучість рідини. Число Рейнольдса. Основні поняття гемодинаміки. Стаціонарний плин	ЗН-1 ЗН-3 УМ-1 УМ-3 УМ-4 УМ-5	д.тех.н., професор Марія ВІСЬТАК

		<p>рідин. Рівняння неперервності та рівняння Бернуллі. Лінійна та об'ємна швидкості. Плин в'язких рідин. Формули Пуазейля і Гагена-Пуазейля. Гідрравлічний опір. Біофізика кровообігу. Робота та потужність серця. Методи вимірювання тиску крові та швидкості кровоплину. Пульсова хвиля. Основні показники гемодинаміки.</p>		
Л-4	<p>Біофізика сенсорних систем. Біофізика слуху. Біофізичні основи зорової рецепції.</p>	<p>Загальні характеристики та принципи функціонування сенсорної системи. Методи дослідження сенсорних систем. Властивості сенсорних рецепторів. Різновиди рецепторів та відчуттів. Класифікація сенсорних рецепторів і органів чуття. Основні біофізичні властивості сенсорних систем і рецепторів. Біофізичні механізми перетворення сигналів у сенсорних рецепторах. Основні характеристики механічних коливань і хвиль. Механізм поширення акустичних хвиль. 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. Слухові процеси у зовнішньому,</p>	<p>ЗН-1 ЗН-2 ЗН-3 УМ-1 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5</p>	<p>д.б.н., професор Роман ФАФУЛА</p>

		<p>середньому та внутрішньому вусі. Узгодження імпендансів. Кодування інформації в слуховому аналізаторі. Механотрансдукція у волоскових клітинах. Фізичні основи аудіометрії. Аудіограма та криві однакової гучності. Закони геометричної оптики. Основні фотометричні величини. Оптична сила ока. Заломлюючі поверхні ока. Рефрактометрія. Рефракція ока в нормі і патології. Акомодація. Аберация. Дифракція. Роздільна здатність ока. Кут зору. Денне та сутінкове бачення. Чутливість ока. Вади зору та їх корекція. Сприйняття кольорів. Просторове бачення. Молекулярний механізм зорової рецепції. Процеси трансдукції у фоторецепторах сітківки.</p>		
Л-5	<p>Фізичні принципи електрокардіографії та реографії. Вплив електричного та магнітного поля на живий організм.</p>	<p>Поняття про електрографію органів і тканин. Фізичні та біофізичні основи електрокардіографії. Теорія Ейнтховена. Електричний та струмовий диполь. Відведення. Механізми виникнення зубців. Компоненти нормальної електрокардіограми. Векторелектрокардіографія. Електрична вісь серця. Фізичні та біофізичні основи електроенцефалографії. Фізичні та біофізичні</p>	<p>ЗН-1 ЗН-2 ЗН-3 УМ-1 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5</p>	<p>д.тех.н., професор Марія ВІСЬТАК</p>



		<p>основи реографії. Зв'язок деформації кровоносних судин із зміною їх електричного опору. Векторні діаграми та імпеданс. Ємнісні властивості та еквівалентні електричні схеми біологічних тканин. Специфіка векторних діаграм та імпедансу біологічних тканин. Коефіцієнт дисперсії імпедансу. Дія електричного поля на біологічні тканини. Фізичні та біофізичні процеси, що відбуваються у біологічних тканинах під дією постійного і змінного електричного поля (струми провідності та зміщення, теплові ефекти). Лікувальні фактори та їх використання у медичних методиках (гальванізація, електрофорез, франклінізація, електростимуляція, електроімпульсація, діатермія, електротомія, електрокоагуляція тощо). Механізм дії імпульсних струмів на біотканини. Електростимуляція органів і тканин. Кардіостимулятори. Дефібрилятори. Магнітне поле та його характеристики. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітні властивості речовин. Фізичні основи магнітобіології. Електромагнітні коливання і хвилі у біологічних середовищах. Струми</p>		
--	--	--	--	--

		<p>зміщення. Дія постійного і змінного магнітного поля на біооб'єкти. Первинні механізми, індукційні струми, теплові ефекти. Лікувальні фактори та їх використання у медичних методиках (магнітотерапія, індуктотермія, тощо).</p> <p>Дія електромагнітного поля на біооб'єкти. Первинні механізми, струми і теплові ефекти, специфічна дія. Лікувальні фактори та їх використання у медичних методиках (УВЧ-терапія, НВЧ-терапія, мікрохвильова резонансна терапія тощо).</p>		
Л-6	Інструментальні методи аналізу: оптичні, спектральні та люмінесцентні методи.	<p>Елементи геометричної оптики. Центрована оптична система. Оптична мікроскопія. Основні характеристики мікроскопа. Прийоми оптичної мікроскопії. Дисперсія світла. Рефрактометрія і волоконна оптика, їх використання у медицині. Поняття про голографію. Ендоскопія. Поглинання світла. Закон Бугера. Поглинання світла розчинами, закон Бугера-Ламберта-Бера. Фотоколориметрія. Оптичні властивості біологічних тканин. Розсіяння світла. Розсіяння світла в дисперсійних середовищах. Молекулярне розсіяння світла. Закон Релея. Нефелометрія. Поляризація світла.</p>	<p>ЗН-2 ЗН-3 УМ-1 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5</p>	д.пед.н., доцент Маріанна ПАЙКУШ

		<p>Способи одержання поляризованого світла. Подвійне променезаломлення. Призма Ніколя. Закон Малюса. Оптично активні речовини. Закон Біо. Концентраційна поляриметрія. Квантово-механічна модель атома водню. Квантові числа. Енергетичні рівні. Принцип Паулі. Випромінювання та поглинання світла атомами і молекулами. Спектри випромінювання і поглинання. Спектрофотометрія. Люмінесценція. Види люмінесценції, основні закономірності, властивості. Закон Стокса. Біолюмінесценція. Хемілюмінесценція та її діагностичне значення. Фотолюмінесценція (флуоресценція і фосфоресценція). Явище фотоэффекту. Зовнішній та внутрішній фотоелектричні ефекти та їх використання у медицині.</p>		
Л-7	<p>Вплив йонізуючого випромінювання на живий організм. Основи дозиметрії. Фізичні основи променевої діагностики та променевої.</p>	<p>Рентгенівське випромінювання. Спектр та характеристики. Первинні механізми взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною. Закон послаблення і захист від рентгенівського випромінювання. Взаємодія рентгенівського</p>	<p>ЗН-1 ЗН-2 ЗН-3 УМ-1 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5</p>	<p>д.тех.н., професор Марія ВІСЬТАК</p>

		<p>випромінювання з біологічними тканинами. Біомедичне застосування рентгенівського випромінювання (рентгенівська терапія, рентгенівська томографія тощо)</p> <p>Радіоактивність, основні види і властивості. Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність, одиниці активності. Біологічна дія йонізуючого випромінювання: первинні фізико-хімічні процеси. Пряма та непряма дія йонізуючого випромінювання. Модифікація радіобіологічних ефектів. Діагностичне і лікувальне застосування радіонуклідів. Захист від дії йонізуючого випромінювання. Радіопротектори та радіосенсибілізатори. Фізичні та біофізичні проблеми, пов'язані з аварією на Чорнобильській АЕС: віддалені ефекти. Природний фон радіоактивності. Дозиметрія йонізуючого випромінювання. Експозиційна та поглинена дози. Еквівалентна біологічна доза. Потужність доз. Лінійна передача енергії. Відносна біологічна ефективність. Детектори йонізуючого</p>		
--	--	--	--	--

		випромінювання.		
Л-8	Резонансні методи квантової механіки. Ядерний магнітний резонанс, електронний парамагнітний резонанс, їх застосування в медицині.	Квантово-механічна модель атома водню. Квантові числа. Енергетичні рівні. Принцип Паулі. Резонансні методи квантової механіки. Ядерний магнітний резонанс, електронний парамагнітний резонанс, їх застосування в медицині. Магнітно-резонансна томографія.	ЗН-1 ЗН-2 ЗН-3 УМ-1 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	д.пед.н., доцент Маріанна ПАЙКУШ
П-1 (практичне заняття)	Термодинаміка біологічних систем.	Термодинаміка рівноважних станів. Основні поняття термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Основні види робіт, які здійснюються в живому організмі. Ентальпія. Закон Гесса. Калориметрія. Другий закони термодинаміки. Термодинамічні потенціали. Зміна стандартної вільної енергії. Хімічний потенціал. Електрохімічний потенціал. Термодинаміка біологічних процесів. Температурний гомеостаз, хімічна і фізична терморегуляція.	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим розкладом
П-2	Елементи молекулярної біофізики. Окремі біофізичні методи досліджень в медицині.	Дифузія. Осмотичний і онкотичний тиск. Основні біофізичні методи дослідження біополімерів. Електрофорез. Ультрацентрифугування. Рентгеноструктурний аналіз.	ЗН-1 УМ-1	
П-3	Основи біофізики мембранних процесів. Мембранний транспорт.	Структурні елементи біологічних мембран. Види градієнтів. Пасивний транспорт речовин крізь	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим розкладом

		<p>мембранні структури: дифузія, осмос, фільтрація. Рівняння Фіка. Коефіцієнти проникності мембрани для певної речовини. Рівняння Нернста-Планка.</p> <p>Електрохімічний потенціал. Рівняння Теорелла. Первинно- і вторинно активний транспорт. Йонні насоси та обмінники. Молекулярна організація активного транспорту на прикладі роботи <math>\text{Na}^+</math>, <math>\text{K}^+</math>-помпи. Везикулярний транспорт.</p>		
П-4	Мембранні потенціали. Потенціал спокою. Потенціал дії. Поширення потенціалу дії в мієлінізованих та немієлінізованих нервових волокнах.	<p>Мембранні потенціали спокою та дії. Природа мембранного потенціалу спокою (рівноважний потенціал Нернста, дифузійний потенціал, потенціал Доннана, стаціонарний потенціал Гольдмана-Ходжкіна-Катца).</p> <p>Потенціал дії. Йонні механізми виникнення потенціалу дії. Поширення потенціалу дії у нервових волокнах. Локальні потенціали.</p>	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим розкладом
ЛП-5 (лабораторно-практичне заняття)	Основи біомеханіки. Біомеханічні властивості тканин.	<p>Елементи біомеханіки. Механічні властивості біологічних тканин. Закон Гука. Модуль Юнга і коефіцієнт Пуассона. Текучість і релаксація напруги.</p>	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим розкладом
П-6	Біофізика м'язового скорочення.	<p>Біофізика м'язового скорочення. Скорочення м'яза. Рівняння Хілла. Потужність одинарного скорочення.</p>	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим розкладом
ЛП-7	Основи біореології. Вивчення реологічних властивостей біологічних рідин.	<p>Основи біореології. Внутрішнє тертя, в'язкість. Формула Ньютона для сили</p>	ЗН-1 ЗН-3 УМ-1 УМ-3	Згідно із затвердженим розкладом

		внутрішнього тертя. Ньютонівські та неньютонівські рідини. Методи та прилади для вимірювання в'язкості. Реологічні властивості крові. В'язкість крові та її використання у діагностиці захворювань.	УМ-4	
ЛП-8	Поверхневий натяг біологічних рідин.	Поверхневий натяг. Коефіцієнт поверхневого натягу. Методи його визначення. Поверхневі явища в організмі людини. Газова емболія.	ЗН-1 ЗН-3 УМ-1 УМ-3 УМ-4	Згідно із затвердженим розкладом
П-9	Біофізика системи кровообігу.	Ламінарна та турбулентна текучість рідини. Число Рейнольдса. Основні поняття гемодинаміки. Стаціонарний плин рідин. Рівняння неперервності та рівняння Бернуллі. Лінійна та об'ємна швидкості. Плин в'язких рідин. Формули Пуазейля і Гагена-Пуазейля. Гідравлічний опір. Біофізика кровообігу. Робота та потужність серця. Пульсова хвиля. Основні показники гемодинаміки.	ЗН-1 ЗН-3 УМ-1 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
П-10	Біофізика зовнішнього дихання.	Біофізика дихання. Біомеханіка вдиху та видиху. Розтяжність легень. Опір диханню. Робота дихання. Газообмін. Спірометрія. Пневмотахографія.	ЗН-1 ЗН-3 УМ-1 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
ЛП-11	Біофізика слуху. Звукові методи діагностики.	Основні характеристики механічних коливань і хвиль. Механізм поширення акустичних хвиль. Об'єктивні та суб'єктивні характеристики звуку.	ЗН-1 ЗН-2 ЗН-3 УМ-1 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом

		<p>Інтенсивність, рівень інтенсивності, гучність, їх одиниці. Поріг чутності і больового відчуття. Закон Вебера-Фехнера. Біофізичні основи слухового відчуття. Слухові процеси у зовнішньому, середньому та внутрішньому вусі. Узгодження імпедансів. Кодування інформації в слуховому аналізаторі. Механотрансдукція у волоскових клітинах. Фізичні основи аудіометрії. Аудіограма та криві однакової гучності.</p>		
П-12	<p>Біофізика органу зору. Біофізичні основи зорової рецепції.</p>	<p>Закони геометричної оптики. Основні фотометричні величини. Оптична сила ока. Заломлюючі поверхні ока. Рефрактометрія. Рефракція ока в нормі і патології. Акомодація. Аберация. Дифракція. Роздільна здатність ока. Кут зору. Денне та сутінкове бачення. Чутливість ока. Вади зору та їх корекція. Сприйняття кольорів. Просторове бачення. Молекулярний механізм зорової рецепції. Процеси трансдукції у фоторецепторах сітківки.</p>	<p>ЗН-1 ЗН-2 ЗН-3 УМ-1 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5</p>	<p>Згідно із затвердженим розкладом</p>
ЛП-13	<p>Вплив механічних чинників на живий організм. Фізичні принципи ультразвукової діагностики.</p>	<p>Ультразвук та інфразвук. Джерела та детектори ультразвуку й інфразвуку. Особливості поширення та біофізичні основи дії ультразвуку на біологічні тканини. Використання</p>	<p>ЗН-2 ЗН-3 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5</p>	<p>Згідно із затвердженим розкладом</p>



		<p>ультразвуку в медицині. Літотрипсія. Фізичні принципи ультразвукової діагностики. Ефект Доплера. Доплерографія. Дія інфразвуку та вібрацій на тіло людини.</p>		
ЛП-14	<p>Фізичні основи електрографії тканин та органів. Електрокардіографія.</p>	<p>Поняття про електрографію органів і тканин. Фізичні та біофізичні основи електрокардіографії. Теорія Ейнтховена. Електричний та струмовий диполь. Відведення. Механізми виникнення зубців. Компоненти нормальної електрокардіограми. Векторелектрокардіографія. Електрична вісь серця. Фізичні та біофізичні основи електроенцефалографії.</p>	<p>ЗН-1 ЗН-2 ЗН-3 УМ-1 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5</p>	<p>Згідно із затвердженим розкладом</p>
ЛП-15	<p>Електропровідність клітин та тканин. Дія електричного струму на організм людини. Фізичні основи методів гальванізації, електрофорезу і реографії.</p>	<p>Фізичні та біофізичні основи реографії. Зв'язок деформації кровеносних судин із зміною їх електричного опору. Векторні діаграми та імпеданс. Ємнісні властивості та еквівалентні електричні схеми біологічних тканин. Специфіка векторних діаграм та імпедансу біологічних тканин. Коефіцієнт дисперсії імпедансу. Дія електричного поля на біологічні тканини. Фізичні та біофізичні процеси, що відбуваються у біологічних тканинах під дією постійного і змінного електричного поля (струми провідності та зміщення, теплові ефекти). Лікувальні</p>	<p>ЗН-1 ЗН-2 ЗН-3 УМ-1 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5</p>	<p>Згідно із затвердженим розкладом</p>

		фактори та їх використання у медичних методиках (гальванізація, електрофорез, франклінізація, електростимуляція, електроімпульсація, діатермія, електротомія, електрокоагуляція тощо). Механізм дії імпульсних струмів на біотканини. Електростимуляція органів і тканин. Кардіостимулятори. Дефібрилятори.		
ЛП-16	Дія змінного електричного та магнітного поля високої, ультрависокої та надвисокої частот на біологічні об'єкти.	Дія електромагнітного поля на біоб'єкти. Первинні механізми, струми і теплові ефекти, специфічна дія. Лікувальні фактори та їх використання у медичних методиках (УВЧ-терапія, НВЧ-терапія, мікрохвильова резонансна терапія тощо).	ЗН-2 ЗН-3 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
ЛП-17	Поглинання та розсіяння світла в біологічних середовищах. Фотоколориметрія і спектрофотометрія.	Поглинання світла. Закон Бугера. Поглинання світла розчинами, закон Бугера-Ламберта-Бера. Фотоколориметрія. Оптичні властивості біологічних тканин. Випромінювання та поглинання світла атомами і молекулами. Спектри випромінювання і поглинання. Спектрофотометрія.	ЗН-2 ЗН-3 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
ЛП-18	Поляризація світла. Поляриметрія. Поляризаційна мікроскопія.	Поляризація світла. Способи одержання поляризованого світла. Подвійне променезаломлення. Призма Ніколя. Закон Малюса. Оптично активні речовини. Закон Біо.	ЗН-2 ЗН-3 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом

		Концентраційна поляриметрия. Поляризаційна мікроскопія.		
П-19	Теплове випромінювання. Термографія.	Теплове випромінювання тіл, його характеристики. Закон Кірхгофа. Закони випромінювання абсолютно чорного тіла: закон випромінювання Планка, закон Стефана-Больцмана, закон зміщення Віна. Теплове випромінювання тіла людини. Діагностичні методики: термоскопія, термометрія, термографія.	ЗН-1 ЗН-2 ЗН-3 УМ-1 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
ЛП-20	Індуковане випромінювання. Вплив лазерного випромінювання на живий організм та його застосування в медицині.	Індуковане випромінювання. Рівноважна (больцманівська) та інверсна заселеність енергетичних рівнів. Лазери, принцип дії та застосування в медицині. Взаємодія лазерного випромінювання з біотканинами.	ЗН-2 ЗН-3 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
П-21	Рентгенівське випромінювання. Методи рентгенодіагностики та рентгенотерапії в медицині.	Рентгенівське випромінювання. Спектр та характеристики. Первинні механізми взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною. Закон послаблення і захист від рентгенівського випромінювання. Взаємодія рентгенівського випромінювання з біологічними тканинами. Біомедичне застосування рентгенівського випромінювання (рентгенівська терапія, рентгенівська	ЗН-2 ЗН-3 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом

		томографія тощо).		
ЛП-22	Радіоактивне випромінювання. Вплив іонізуючого випромінювання на живий організм. Дозиметрія іонізуючого випромінювання.	Радіоактивність, основні види і властивості. Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність, одиниці активності. Біологічна дія іонізуючого випромінювання: первинні фізико-хімічні процеси. Пряма та непряма дія іонізуючого випромінювання. Діагностичне і лікувальне застосування радіонуклідів. Природний фон радіоактивності. Дозиметрія іонізуючого випромінювання. Експозиційна та поглинена дози. Еквівалентна біологічна доза. Потужність доз. Лінійна передача енергії. Відносна біологічна ефективність. Детектори іонізуючого випромінювання. Модифікація радіобіологічних ефектів.	ЗН-2 ЗН-3 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-1 (самостійна робота)	Термодинаміка необоротних процесів.	Термодинаміка необоротних процесів (лінійний закон для потоків і термодинамічних сил, перехресні процеси переносу, співвідношення Онзагера, виробництво ентропії, спряження потоків, стаціонарний стан, теорема Пригожина).	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-2	Елементи молекулярної	Міжмолекулярна взаємодія у	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим

	біофізики. Міжмолекулярна взаємодія у біополімерах. Біофізика білків. Ферментний каталіз. Біофізика нуклеїнових кислот.	біополімерах (ковалентна взаємодія, електростатична і дисперсійна взаємодія, гідрофобна взаємодія, водневий зв'язок). Біофізика білків. Ферментний каталіз. Біофізика нуклеїнових кислот.		розкладом
СРС-3	Загальні принципи функціонування йонних каналів. Поняття про каналопатії	Загальні принципи функціонування йонних каналів. Натрієві канали. Калієві канали. Кальцієві канали. Аніонні канали. Ворітні струми потенціалкерованих йонних каналів. Поняття про каналопатії.	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-4	Йонні струми в біологічних мембранах. Модель Ходжкіна-Хакслі. Еквівалентна електрична схема біомембрани. Вплив лікарських речовин на величину мембранного потенціалу.	Кабельна теорія. Еквівалентна електрична схема ділянки збудливої мембрани. Феноменологічні рівняння Ходжкіна-Хакслі.	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-5	Статика. Опорно-рухова система людини.	Опорно-руховий апарат людини. Динамічна і статистична робота людини при різних видах її діяльності. Ергометрія. Методи і прилади для вимірювання біомеханічних характеристик.	ЗН-1 ЗН-3 УМ-1 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-6	Біофізика гладких м'язів. Біомеханіка й енергетика серцевого м'яза.	Біофізика гладких м'язів. Біомеханіка й енергетика серцевого м'яза.	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-7	Біофізичні основи голосу.	Біофізичні основи голосу.	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-8	Основні біофізичні властивості сенсорних систем і рецепторів. Біофізичні	Біофізичні особливості сприйняття нюху, смаку та дотику. Структура рецепторних	ЗН-1 УМ-1	Згідно із затвердженим розкладом

	особливості сприйняття нюху, смаку та дотику.	молекул. Механізм трансдукції у нюхових нейронах та волоскових клітинах.		
СРС-9	Основи медичної апаратури.	Загальна характеристика і класифікація електронних медичних приладів. Використання електронної медичної апаратури у діагностиці та терапії. Електроди та датчики. Підсилення та генерація сигналів. Правила безпеки при роботі з електронною медичною апаратурою.	ЗН-2 ЗН-3 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-10	Біомагнетизм. Фізичні основи використання магнітних полів у медицині.	Магнітне поле та його характеристики. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітні властивості речовин. Фізичні основи магнітобіології. Електромагнітні коливання і хвилі у біологічних середовищах. Струми зміщення. Дія постійного і змінного магнітного поля на біооб'єкти. Первинні механізми, індукційні струми, теплові ефекти. Лікувальні фактори та їх використання у медичних методиках (магнітотерапія, індуктотермія, тощо).	ЗН-2 ЗН-3 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-11	Закони геометричної оптики. Рефрактометрія.	Елементи геометричної оптики. Рефрактометрія і волоконна оптика, їх використання у медицині. Поняття про голографію. Ендоскопія	ЗН-3 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-12	Оптична мікроскопія, види мікроскопів та їх характеристика.	Центрована оптична система. Оптична мікроскопія. Основні характеристики мікроскопа. Прийоми оптичної мікроскопії.	ЗН-3 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-13	Електронна мікроскопія.	Електронна мікроскопія.	ЗН-3 УМ-3	Згідно із затвердженим

			УМ-4 УМ-5	розкладом
СРС-14	Фотобіологічні процеси. Фотомедицина.	Елементи фотобіології. Основні види і стадії фотобіологічних процесів. Електронні переходи в атомах і молекулах. Фотохімічні реакції. Механізм біологічної дії електромагнітного випромінювання ультрафіолетового, видимого та інфрачервоного діапазонів на живий організм. Застосування нейонізуючого випромінювання у медицині. Фотомедицина.	ЗН-2 ЗН-3 УМ-2 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-15	Явище фотоэффекту та люмінесценції. Застосування люмінесценції в медицині.	Явище фотоэффекту. Зовнішній та внутрішній фотоелектричні ефекти та їх використання у медицині. Люмінесценція. Види люмінесценції, основні закономірності, властивості. Закон Стокса. Біолюмінесценція. Хемілюмінесценція та її діагностичне значення. Фотолюмінесценція (флуоресценція і фосфоресценція).	ЗН-3 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-16	Лазерні апарати: правила безпечної експлуатації. Біологічні ефекти впливу лазерного випромінювання на тканини організму.	Лазерні апарати: правила безпечної експлуатації. Біологічні ефекти впливу лазерного випромінювання на тканини організму.	ЗН-2 ЗН-3 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-17	Резонансні методи квантової механіки. ЯМР-томографія.	Резонансні методи квантової механіки. Ядерний магнітний резонанс, електронний парамагнітний резонанс, їх застосування в медицині. Магнітно-	ЗН-2 ЗН-3 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом

		резонансна томографія.		
СРС-18	Рентгенівська візуалізація, джерела рентгенівського випромінювання. Рентгенографія. Мамографія. Ангіографія. Комп'ютерна томографія. Формати збереження та засоби аналізу зображень.	Біомедичне застосування рентгенівського випромінювання (рентгенівська терапія, рентгенівська томографія тощо). Рентгенівська візуалізація, джерела рентгенівського випромінювання. Рентгенографія. Мамографія. Ангіографія. Комп'ютерна томографія. Формати збереження та засоби аналізу зображень.	ЗН-2 ЗН-3 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-19	Методи радіоізотопної медицини. Радіонуклідна діагностика. Позитронно-емісійна томографія.	Діагностичне і лікувальне застосування радіонуклідів. Позитронно-емісійна томографія.	ЗН-2 ЗН-3 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом
СРС-20	Ядерна безпека. Захист від дії йонізуючого випромінювання.	Захист від дії йонізуючого випромінювання. Радіопротектори та радіосенсибілізатори. Фізичні та біофізичні проблеми, пов'язані з аварією на Чорнобильській АЕС: віддалені ефекти.	ЗН-2 ЗН-3 УМ-3 УМ-4 УМ-5	Згідно із затвердженим розкладом

При проведенні практичних занять використовуються такі методи навчання: словесні методи (лекція, бесіда); наочні методи (ілюстрація, демонстрація, фронтальний експеримент); практичні методи (лабораторні роботи та розв'язування задач із фаховим змістом); самостійна робота студентів з осмислення й засвоєння матеріалу; використання контрольних навчальних комп'ютерних програм з дисципліни; використання методу проектів для забезпечення міжпредметної інтеграції.

## 8. Верифікація результатів навчання

### Поточний контроль

здійснюється під час проведення навчальних занять і має на меті перевірку засвоєння студентами навчального матеріалу.

Форми поточного контролю: усне опитування (фронтальне, індивідуальне, комбіноване), практична перевірка сформованих професійних вмінь, тестовий контроль (відкриті та закриті тестові завдання).

Самостійна робота студента оцінюється на практичних заняттях і є складовою підсумкової оцінки студента. Остаточна оцінка за поточну навчальну діяльність виставляється за 4-ри бальною (національною) шкалою

### Критерії оцінювання



<p>– 5/«відмінно» – студент бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі і всебічні знання відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок;</p> <p>– 4/«добре» – студент добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; володіє практичними навичками, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при виконанні практичних навичок;</p> <p>– 3/«задовільно» – студент в основному опанував теоретичними знаннями навчальної теми або дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, додаткові питання викликають у студента невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю, припускається помилок при виконанні практичних навичок;</p> <p>– 2/«незадовільно» – студент не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутні наукове мислення, практичні навички не сформовані.</p>			
Код результату навчання	Код виду занять	Спосіб верифікації результатів навчання	Критерії зарахування
ЗН-1 – ЗН-3, УМ-1 – ЗН-5, К-1 – К-2 АВ-1 – АВ-2	Л-1-16, П-1-71, СРС-1-32.	Тестовий контроль на платформі MISA (10-15 тестових завдань з однією правильною відповіддю);  Усне опитування та/або письмовий контроль, що містить теоретичні питання (в т.ч. питання із самостійної роботи) та задачі медико-біологічного змісту.  Практичні навички / звіт про виконану лабораторну роботу.	<b>Тестовий контроль:</b> 50-69% – задовільно; 70-89% – добре; 90-100% – відмінно. <b>Усне опитування та/або письмовий контроль:</b> оцінювання відповідно до критеріїв оцінювання. <b>Практичні навички / звіт про виконану лабораторну роботу:</b> Зараховано / не зараховано
<b>Підсумковий контроль</b>			
Загальна система оцінювання	Участь у роботі впродовж семестру/ екзамен – 60% / 40% за 200-бальною шкалою		
Шкали оцінювання	традиційна 4-бальна шкала, багатобальна (200-бальна) шкала, рейтингова шкала ECTS		
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент відвідав усі практичні (лабораторно-практичні) заняття і отримав не менше, ніж 120 балів за поточну успішність.		
Вид підсумкового контролю	Методика проведення підсумкового контролю	Критерії зарахування	
<b>Критерії оцінювання екзамену</b>			

Екзамен	<p data-bbox="435 118 994 297">Екзамен (іспит) – це форма підсумкового контролю засвоєння студентом теоретичного та практичного матеріалу з навчальної дисципліни.</p> <p data-bbox="435 302 994 443">Іспит проводиться у письмовій формі за екзаменаційними білетами, складеними відповідно до програми навчальної дисципліни.</p> <p data-bbox="435 448 994 521">Структура білета та критерії оцінювання кожного типу завдань:</p> <p data-bbox="435 526 994 846">1) письмові відповіді на 40 стандартних тестових завдань, кожне з яких має одну правильну відповідь з п'яти запропонованих (формат А). На написання тестового контролю виділяється 40 хв (з розрахунку 1 тест за 1 хв). (40 балів – по 1 балу за кожне тестове завдання);</p> <p data-bbox="435 851 994 1137">2) письмові стандартизовані відповіді на п'ять відкритих описових питань (1 - 5 завдання, 30 балів – по 6 балів за кожне питання) та дві розрахункові задачі з фаховим (медико-біологічним) змістом (6 - 7 завдання, 10 балів – по 5 балів за кожну задачу). Тривалість – 95 хв.</p> <p data-bbox="435 1142 994 1176">Всього – 80 балів.</p> <p data-bbox="435 1220 994 1288">Перелік екзаменаційних питань є відкритим впродовж усього навчання.</p>	<p data-bbox="1010 118 1450 224"><b>Критерії оцінки тестових завдань:</b> правильна відповідь на 1 тест – 1 бал.</p> <p data-bbox="1010 228 1450 302"><b>Критерії оцінювання теоретичних питань:</b></p> <p data-bbox="1010 306 1450 521">6 балів – студент(ка) в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань;</p> <p data-bbox="1010 526 1450 779">5 балів – студент(ка) достатньо в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, але при викладанні допускаються несуттєві неточності;</p> <p data-bbox="1010 784 1450 958">4 бали – студент(ка) достатньо повно володіє навчальним матеріалом, але не достатньо обґрунтовано його викладає або допускаються помилки;</p> <p data-bbox="1010 963 1450 1288">3 бали – студент(ка) не достатньо повно відповідає на поставлене питання, не достатньо аргументував свою відповідь, порушується послідовність викладення матеріалу, помилився у використанні понятійного апарату чи формул;</p> <p data-bbox="1010 1292 1450 1467">2 бали – студент(ка) лише в загальній формі розбирається в матеріалі, відповідь неповна і неглибока; недостатньо правильні формулювання;</p> <p data-bbox="1010 1471 1450 1646">1 бал – студент(ка) частково володіє навчальним матеріалом, не розкрив зміст питання, показує незадовільне знання понятійного апарату;</p> <p data-bbox="1010 1650 1450 1865">0 балів – студент(ка) не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, дає неправильну відповідь на питання чи взагалі нічого не відповідає.</p> <p data-bbox="1010 1870 1450 2020"><b>Критерії оцінювання розрахункових задач з фаховим (медико-біологічним) змістом:</b></p> <p data-bbox="1010 2024 1450 2092">5 балів – отримано правильну відповідь. Обґрунтовано всі</p>
---------	---	---

		<p>ключові моменти розв'язування;</p> <p>4 бали – наведено логічно правильну послідовність розв'язування. Деякі з ключових моментів розв'язування обґрунтовано недостатньо. Можливі 1–2 негрубі описки в обчисленнях, перетвореннях, що не впливають на правильність подальшого розв'язування. Отримана відповідь може бути неправильною або неповною;</p> <p>3 бали – наведено логічно правильну послідовність розв'язування. Деякі з ключових моментів обґрунтовано недостатньо або не обґрунтовано. Можливі 1–2 помилки або описки в обчисленнях або перетвореннях, що незначно впливають на правильність подальшого розв'язування. Отримана відповідь може бути неправильною, або неповною, або розв'язано правильно лише частину завдання;</p> <p>2 бали – у правильній послідовності розв'язування пропущено деякі етапи. Ключові моменти розв'язування не обґрунтовано. Можливі помилки в обчисленнях або перетвореннях, що впливають на подальше розв'язування. Отримана відповідь неповна або неправильна;</p> <p>1 бал – у послідовності розв'язування є лише деякі етапи розв'язування. Ключові моменти розв'язування не обґрунтовано. Отримана відповідь неправильна або завдання розв'язано не повністю;</p> <p>0 балів – студент(ка) не приступив до розв'язування завдання або розв'язок завдання повністю неправильний.</p> <p>Максимальна кількість балів,</p>
--	--	---

		яку може набрати студент при складанні екзамену становить 80. Мінімальна кількість балів при складанні екзамену не менше 50.
--	--	---

**Максимальна кількість балів**, яку може набрати студент за поточну навчальну діяльність для допуску до екзамену становить 120 балів.

**Мінімальна кількість балів**, яку повинен набрати студент за поточну навчальну діяльність для допуску до екзамену становить 72 бали.

**Розрахунок кількості балів** проводиться на підставі отриманих студентом оцінок за 4-ри бальною (національною) шкалою під час вивчення дисципліни, шляхом обчислення середнього арифметичного (СА), округленого до двох знаків після коми. Отримана величина конвертується у бали за багатобальною шкалою таким чином:

$$x = \frac{CA \times 120}{5}$$

Для зручності наведено таблицю перерахунку за 200-бальною шкалою:

Перерахунок середньої оцінки за поточну діяльність у багатобальну шкалу для дисциплін, що завершуються екзаменом

4-бальна шкала	200-бальна шкала	4-бальна шкала	200-бальна шкала	4-бальна шкала	200-бальна шкала	4-бальна шкала	200-бальна шкала
5	120	4.45	107	3.91	94	3.37	81
4.95	119	4.41	106	3.87	93	3.33	80
4.91	118	4.37	105	3.83	92	3.29	79
4.87	117	4.33	104	3.79	91	3.25	78
4.83	116	4.29	103	3.74	90	3.2	77
4.79	115	4.25	102	3.7	89	3.16	76
4.75	114	4.2	101	3.66	88	3.12	75
4.7	113	4.16	100	3.62	87	3.08	74
4.66	112	4.12	99	3.58	86	3.04	73
4.62	111	4.08	98	3.54	85	3	72
4.58	110	4.04	97	3.49	84	Менше	Недостатньо
4.54	109	3.99	96	3.45	83	3	
4.5	108	3.95	95	3.41	82		

**Оцінка з дисципліни, яка завершується екзаменом** визначається, як сума балів за поточну навчальну діяльність (не менше 72) та балів за екзамен (не менше 50).

Бали з дисципліни незалежно конвертуються як в шкалу ECTS, так і в 4-бальну шкалу. Бали шкали ECTS у 4-бальну шкалу не конвертуються і навпаки. Бали студентів, з урахуванням кількості балів, набраних з дисципліни ранжуються за шкалою ECTS таким чином

Оцінка ECTS	Статистичний показник
A	Найкращі 10 % студентів
B	Наступні 25 % студентів
C	Наступні 30 % студентів
D	Наступні 25 % студентів
E	Останні 10 % студентів

Ранжування з присвоєнням оцінок „А”, „В”, „С”, „D”, „Е” проводиться для студентів даного курсу, які навчаються за однією спеціальністю і успішно завершили вивчення дисципліни. Студенти, які одержали оцінки FX, F («2») не вносяться до списку студентів, що ранжуються. Студенти з оцінкою FX після перескладання автоматично отримують бал „Е”.

Бали з дисципліни для студентів, які успішно виконали програму конвертуються у

традиційну 4-ри бальну шкалу за абсолютними критеріями, які наведено нижче у таблиці:

<b>Бали з дисципліни</b>	<b>Оцінка за 4-ри бальною шкалою</b>
Від 170 до 200 балів	<b>5</b>
Від 140 до 169 балів	<b>4</b>
Від 122 до 139 балів	<b>3</b>
Нижче мінімальної кількості балів, яку повинен набрати студент	<b>2</b>

### **9. Політика курсу**

Політика навчальної дисципліни ґрунтується на засадах академічної доброчесності. Студент зобов'язаний в повному обсязі оволодіти знаннями, вміннями, практичними навичками та компетентностями з цієї дисципліни.

*Політика щодо дотримання принципів академічної доброчесності здобувачів вищої освіти:*

- самостійне виконання навчальних завдань поточного та підсумкового контролів без використання зовнішніх джерел інформації, окрім випадків, дозволених викладачем;
- списування під час контролю знань заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв).

*Освітня політика:*

- присутність на всіх заняттях є обов'язковим з метою поточного та підсумкового оцінювання знань (окрім випадків за поважною причиною);
- відпрацювання пропущених занять відбувається згідно затвердженого графіку відпрацювання;
- перескладання теми заняття, за яке студент отримав негативну оцінку, проводиться у зручній для викладача та студента час поза заняттями;
- перескладання теми під час поточного навчання та підсумкового контролю з метою підвищення оцінки не допускається.

### **10. Література**

#### **Обов'язкова:**

1. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія: підручник / Е.І. Личковський, В.О. Тіманюк, О.В. Чалий [та ін.]; за ред. Е.І. Личковського, В.О. Тіманюка. – Вінниця: Нова Книга, 2014. – 464 с.
2. Ємчик Л.Ф. Основи біологічної фізики і медична апаратура: підруч. для студ. вищ. мед. навч. закладів I-III р. акред. / Л.Ф. Ємчик. - 2-ге вид., виправлене. – К.: ВСВ"Медицина", 2014. – 392 с.
3. Медична і біологічна фізика: підручник / Личковський Е.І., Пайкуш М.А., Вісьтак М.В., Фафула Р.В. Львів: «Новий Світ – 2000», 2021. – 319 с.
4. 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.
5. Медична та біологічна фізика: підручник для студентів медичних ВНЗ / В.Г. Книгавко, О.В. Зайцева, М.А. Бондаренко [та ін.]; за ред. В.Г.Книгавка. – Харків: ХНМУ, 2013. – 364 с.

#### **Додаткова література:**

1. Зима В. Л. Біофізика. Збірник задач / Зима В.Л. - К.: Вища шк., 2001.– 124 с.
2. 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.
3. Лопушанський Я. Й. Збірник задач і питань з медичної і біологічної фізики: навч. посібник / Я.Й. Лопушанський. – Вінниця: Нова Книга, 2010. – 584 с.
4. Сливко Е.І., Мельнікова О.З., Іванченко О.З., Біляк Н.С. Медична і біологічна фізика: навч. посіб. для студ. спец. 222 «Медицина». – Запоріжжя, 2018. – 291 с.
5. Cotterill R. Biophysics. An introduction. J. Wiley & Sons, 2002. – 396 p.
6. Davidovits P. Physics in biology and medicine. 5-th ed. – Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2019. – 377 p.
7. Glaser R. Biophysics an introduction. 2-nd ed. – Berlin: Springer, 2012. – 407 p.
8. Herman I.P. Physics of the Human Body. – Springer, 2008. – 860 p.

9. Hobbie R.K., Roth B.J. Intermediate Physics for Medicine and Biology / R.K. Hobbie, B.J. Roth. – Springer, 2007. – 616 p.

10. Newman J. Physics of the Life Sciences. – Springer, 2008. – 718 p.

**11. Обладнання, матеріально-технічне і програмне забезпечення дисципліни/курсу**

- Навчальна програма дисципліни.
- Тези лекцій з дисципліни.
- Мультимедійні презентації лекцій.
- Відеоконтент лекцій, розміщений на платформі дистанційного навчання.
- Методичні рекомендації та розробки для викладача.
- Методичні рекомендації до практичних занять для студентів.
- Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів.
- Тестові та контрольні завдання до практичних занять.
- Питання та завдання до підсумкового контролю (іспиту).

**12. Додаткова інформація**

Відповідальна за освітній процес – к.ф.-м.н., доцент Оксана МАЛАНЧУК, oksana.malan@gmail.com

На кафедрі функціонує студентський науковий гурток. Керівник гуртка – д.пед.н., доцент Маріанна ПАЙКУШ, marianna.gron@gmail.com

Веб-сторінка кафедри: <https://new.meduniv.lviv.ua/kafedry/kafedra-biofizyky/>

Укладач силабуса  
Роман ФАФУЛА  
д.б.н., професор

(Підпис)

Завідувач кафедри  
Роман ФАФУЛА  
д.б.н., професор

(Підпис)