

ПРОЕКТ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН ТА ІНФОРМАТИКИ

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА З ФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ АНАЛІЗУ»		
Галузь знань	22 «Охорона здоров'я»	Науково-педагогічний працівник
Шифр та назва спеціальності	221 «Стоматологія»	
Назва освітньо-професійної програми	«Стоматологія»	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень	
Статус навчальної дисципліни	Нормативна	
Форма навчання	очна	Інформація про науково-педагогічного працівника
Загальна інформація про дисципліну		
Анотація до дисципліни	«Медична та біологічна фізика» є навчальною дисципліною, що вивчає живі системи та організм людини зокрема, на основі фізичних явищ та процесів, що зумовлюють їх життєдіяльність, в тому числі виникають під дією зовнішніх факторів, та використовуються в діагностичних, лікувальних та профілактичних цілях. Відповідно до рівнів організації живих систем та природи фізичних явищ та процесів виділяються такі розділи та напрямки медичної та біологічної фізики, як молекулярна біофізика, біофізика клітинних процесів, біофізика окремих систем та функцій організму, біофізика складних систем (тканин, органів, популяцій, екологічного середовища), біомеханіка, біологічна термодинаміка, біологічна електродинаміка, біологічна оптика, квантова біофізика, радіаційна біофізика, біоелектроніка. Важливою складовою медичної та біологічної фізики є вивчення та розробка методів та технічних засобів діагности, лікування та профілактики захворювань з використанням явищ та факторів фізичної природи. До таких методів належать методи фізикального обстеження пацієнта, акустичні методи діагностики, ультразвукова діагностика та терапія, методи фізіотерапії, електрографічні методи діагностики, рентгенографія, комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна терапія, радіологічні методи лікування, тощо. Щодо дослідження живих систем та фізико-хімічних явищ, що мають в них місце медична та біологічна фізика застосовує загальнофізичні та спеціальні фізичні методи дослідження такі, як калориметрія, термографія, електрофорез, фотометрія, поляриметрія, рефрактометрія, методи оптичної та електронної мікроскопії, оптичної спектроскопії, ЯМР -спектроскопії, рентгеноструктурного	

	аналізу, хроматографічні методи, акустичні методи, тощо. Окреме місце серед методів медичної та біологічної фізики займають методи математичного моделювання та математичної статистики, біоінформаційні та біоінженерні методи та технології. На методологічному рівні медична та біологічна фізика використовує такі загально-наукові методи та підходи, як причинно-наслідковий, структурно-функціональний та системний методи аналізу. Специфічною рисою медичної та біологічної фізики є те, що вона розглядає не окремі фізичні явища в живому, як такі, а цілісний біологічний об'єкт, або процес, виходячи із сукупності фізичних явищ, що мають в ньому місце. Важливе значення вивчення медичної та біологічної фізики в системі вищої медичної освіти і стоматології зокрема полягає в тому, що вона розкриває зв'язок між різними рівнями організації живого, починаючи з атомно-молекулярного, а також пояснює специфічні явища та властивості біологічних структур, що виникають внаслідок такого зв'язку. Безпосередньо стоматології це стосується в частині біомеханіки, біореології, методів дослідження та визначення властивостей стоматологічних матеріалів, методів діагностики, лікування та профілактики стоматологічних захворювань.
Мета дисципліни	Метою вивчення дисципліни «Медична та біологічна фізика» є формування у здобувача вищої освіти в галузі охорони здоров'я відповідних загальних та фахових компетентностей на основі цілісної системи предметних біофізичних знань, а також умінь та навичок предметного біофізичного та загального порядку, зокрема: - знань фізичних та біофізичних законів, явищ та процесів, що лежать в основі життєдіяльності живих систем, знань фізичних принципів, змісту та цілей методів біофізичних та біомедичних досліджень на основі фізичних методів аналізу, знань математичних методів моделювання, методів математичної статистики та обробки медико-біологічної інформації щодо їх застосування до вирішення предметних біофізичних, біомедичних та фахових теоретичних, та практичних задач, знань теоретичних фізичних основ технічних, інструментальних та інженерних методів біофізичних та біомедичних досліджень; - умінь застосовувати теоретичні знання на практиці для розв'язання стандартних та нестандартних предметних та фахових задач з використанням біофізичних методів дослідження біологічних систем, їх функцій та структур; - навичок системного мислення, проектного мислення, аналізу проблем та постановки задач, щодо їх розв'язання у практичній лікувальній та дослідницькій роботі, навичок використання відповідних технічних засобів, інструментів, ресурсів діяльності, релевантних інформаційних джерел та інформаційних технологій, навичок слідування алгоритму,

	або протоколу діяльності, спрямованої на розв'язання відповідної предметної, або фахової проблеми та отримання бажаного результату, навичок самостійної та командної роботи.
Особливості викладання.	1. Використання міждисциплінарних та трансдисциплінарних технологій передавання знань; 2. Залучення провідних фахівців вузького профілю для забезпечення системної освіти; 3. Використання імерсійних технологій передавання знань; 4. Використання окремих технологій дуальної освіти; 5. Для студентів, які навчаються за цією програмою, пропонується використання академічної мобільності за програмою Єразмус +, так як кафедра є активним учасником цієї програми, університет має відповідний меморандум про співробітництво; 6. Враховуючи, що кафедра є активним учасником державної програми з розроблення та використання Штучного інтелекту(ШІ), забезпечується можливість більш детального вивчення теоретичного та практичного матеріалу з приводу ШІ; 7. Використання комп'ютерного аналізу гістологічних досліджень; 8. Залучення до навчання симуляційних технологій за допомогою платформи Labster (віртуальні наукові лабораторії).
Компетентності, формуванню яких сприяє дисципліна	Дисципліна «Медична та біологічна фізика» сприяє формуванню наступних інтегральної, загальних та спеціальних (фахових, предметних) компетентностей. Інтегральної: - Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі охорони здоров'я за спеціальністю «Стоматологія» у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог. Загальних: - ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; - ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; - ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичній діяльності; - ЗК 4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; - ЗК 6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; - ЗК 7. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел; - ЗК 8. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації; - ЗК 9. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;

	- ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним; - ЗК11. Здатність працювати в команді; - ЗК12. Прагнення до збереження навколишнього середовища. Спеціальних (фахових, предметних): - СК 1. Спроможність збирати медичну інформацію про пацієнта і аналізувати клінічні данні. - СК 2. Спроможність інтерпретувати результат лабораторних та інструментальних досліджень.
Результати навчання	Здатність: - ПРН 2. Збирати інформацію про загальний стан пацієнта, оцінювати психомоторний та фізичний розвиток пацієнта, стан органів щелепно-лицевої ділянки, на підставі результатів лабораторних та інструментальних досліджень оцінювати інформацію щодо діагнозу. - ПРН15. Оцінювати вплив навколишнього середовища на стан здоров'я населення в умовах медичного закладу за стандартними методиками. - ПРН20. Організовувати необхідний рівень індивідуальної безпеки (власної та осіб, про яких піклується) у разі виникнення типових небезпечних ситуацій в індивідуальному полі діяльності.
Обсяг дисципліни	Загальний обсяг дисципліни «Медична та біологічна фізика» становить 4 кредита ECTS, або 120 годин, в тому числі: лекції – 32 години, практичні заняття – 48 годин, самостійна робота – 40 годин.
Форма підсумкового контролю	Диференційований залік.
Терміни викладання дисципліни	Дисципліна викладається у 1-му та 2-му семестрах навчання.
Інформація про консультації	
Відповідно розкладу консультацій	

Програма дисципліни		
Назва тем		Зміст тем
1	Біофізика, як наука та навчальна дисципліна.	Об'єкт, предмет та методи медичної та біологічної фізики. Експериментальна та теоретична біофізика. Біофізика та медична фізика. Медична та біологічна фізика в системі природничих наук. Міждисциплінарні зв'язки медичної та біологічної фізики. Медична та біологічна фізика та екологія. Медична та біологічна фізика та соціогуманітарні науки. Медична та біологічна фізика та загальна теорія систем. Філософські проблеми медичної та біологічної фізики. Проблема живого. Антропний принцип. Огляд тематичного змісту дисципліни.
2	Основи біомеханіки.	Загальні біофізичні характеристики організму людини. Антропометричні показники. Маса та вага тіла людини. Маса та густина окремих сегментів тіла людини. Маса та розміри органів людини. Опорно-руховий апарат людини, його структура та функції. Центр мас та центр тяжіння тіла.

		Рівновага тіла. Умови стійкої рівноваги тіла та його окремих складових. Методи визначення центра тяжіння тіла людини. Кінематика та динаміка рухової активності та її різновидів. Біомеханіка та ергономіка. Принципи ергономіки.
3	Основи молекулярної біофізики.	Основні поняття молекулярної біофізики та термодинаміки. Міжмолекулярна взаємодія. Природа та види сил міжмолекулярної взаємодії. Сили Ван-дер-Ваальса. Структура та властивості води. Водневий зв'язок. Біологічні макромолекули. Види взаємодій в біологічних макромолекулах. Будова білків та нуклеїнових кислот. Структура ДНК. ДНК-орігами. Явища переносу в біологічних середовищах: дифузія, теплопровідність, в'язкість, електричний струм. Коефіцієнти дифузії та в'язкості. Відносна та абсолютна в'язкість. Методи визначення коефіцієнту в'язкості. Метод капілярного віскозиметра. Визначення коефіцієнта в'язкості на основі формули Стокса. Мобільність молекул та іонів в розчинах. Електродифузія. Взаємодія між молекулами в поверхневому шарі рідини. Поверхневий натяг. Коефіцієнт поверхневого натягу та методи його визначення. Поверхнево активні речовини. Змочування. Тиск під викривленою поверхнею рідини. Поверхневий натяг альвеолярної стінки. Капілярні явища. Газова емболія.
4	Біофізика мембранних процесів.	Структура та фізичні властивості біологічних мембран. Транспорт речовин через біологічні мембрани. Селективна проникність біологічної мембрани. Пасивний транспорт. Дифузія незаряджених частинок. Осмос. Осмотичний тиск. Дифузія заряджених частинок. Рівняння Нернста-Планка. Активний транспорт. Натрій – калієвий насос. Іонні канали. Електрохімічна рівновага. Рівноважний концентраційний потенціал Нернста. Рівняння Гольдмана-Ходжкіна-Каца. Моделювання проникності біологічної мембрани. Обрахунок рівноважних концентраційних потенціалів для іонів калія, натрія та хлору. Моделювання трансмембранної різниці потенціалів на основі рівняння Гольдмана-Ходжкіна-Каца. Дослідження впливу іонної проникності мембран на формування трансмембранної різниці потенціалів. Електрична збудливість клітин. Потенціал дії та його фази. Деполяризація та реполяризація. Рефрактерність. Механізм генерації потенціалу дії. Ліганд- та потенціал залежні іонні канали. Поріг активації. Збуджувальний та гальмівний постсинаптичні потенціали. Генерація та розповсюдження потенціалу дії в нейроні. Нейротрансмісія.
5	Біофізика м'язового скорочення.	Типи та структура м'язових тканин. Скорочувальний апарат м'язової клітини. Молекулярні механізми м'язового скорочення. Спряження збудження та скорочення. Ізометричне скорочення. Тетанус. Ізотонічне скорочення. Фізичне моделювання м'язового скорочення. Моделі Хакслі та Дещеревського. Сила та швидкість м'язового скорочення.

		Рівняння Хілла. Енергетика м'язового скорочення. Біомеханіка серцевого м'язу.
6	Основи біологічної термодинаміки.	Організм як термодинамічна система. Застосування першого закону термодинаміки до організму. Температура тіла. Розподіл температури в тілі людини. Методи вимірювання температури тіла людини. Пірометрія. Характеристики медичного пірометра. Теплове випромінювання тіла людини. Термографія. Методи термографії. Види енергетичних витрат організму. Витрати енергії у зв'язку з роботою органів та функціями організму. Рівень базального метаболізму. Витрати на фізичну активність. Теплові витрати організму. Види теплових витрат. Тепловий баланс та терморегуляція. Джерела, механізми та шляхи відтворення енергії в організмі. Катаболізм. Рівень катаболізму. Енергетичний баланс організму.
7	Основи біореології.	Основні поняття біореології. Види деформацій. Пружність (еластичність) та пластичність. Текучість (плинність) та в'язкість. Механічна напруга та відносна деформація. Механічні властивості та структурно-функціональна організація тканин організму. Пружні властивості колагенових та еластинових волокон. Діаграма деформування окремих тканин організму. Пружні властивості кісток та судин. Границі міцності окремих тканин та анатомічних структур при розтяганні та стисканні. Емпіричні моделі в'язкоеластичності. Біофізичні та біомеханічні властивості стоматологічних матеріалів. Реологічні властивості біологічних рідин. Ідеальні та реальні (в'язкі) рідини. Ньютонівські та неньютонівські рідини. Ламінарна та турбулентна течії. Число Рейнольдса. Склад крові. Основні гематологічні показники. Гематокрит. Фізичні методи дослідження складу крові. Гематологічний аналізатор. Реологічні властивості крові. Фактори, що зумовлюють в'язкість крові. Клінічні методи визначення в'язкості крові. Віскозиметр Гесса.
8	Основи біоакустики.	Поширення хвиль в пружному середовищі. Звук. Швидкість звуку. Акустичний ефект Доплера. Інтенсивність звуку. Звуковий опір (акустичний імпеданс). Звуковий тиск. Об'єктивні та суб'єктивні характеристики звуку. Рівень інтенсивності. Гучність, висота тону, тембр. Одиниці вимірювання інтенсивності, рівня інтенсивності та гучності. Поріг чутності та його природа. Закон Вебера-Фехнера. Залежність порогу чутності від частоти звуку. Аудиометрія. Діагностика слуху. Взаємодія звукових хвиль з біологічними тканинами. Відбивання, поглинання та розсіяння звукових хвиль. Коефіцієнти поглинання та пропускання. Залежність коефіцієнта поглинання від частоти звуку. Акустичні методи медичної діагностики. Перкусія. Моделювання діагностичного обстеження хворого методом перкусії на

		прикладі структурно неоднорідного фізичного тіла. Аускультация. Стетоскоп та фонендоскоп. Фонокардіографія. Інфразвук та ультразвук. Властивості ультразвуку. Ультразвукові методи діагностики. Діагностичне, терапевтичне та хірургічне застосування ультразвуку. Ехокардіографія.
9	Фізичні основи гемодинаміки.	Гідромеханічна модель кровообігу. Насосна функція серця. Серце, як подвійний насос. Основні поняття гемодинаміки. Лінійна та об'ємна швидкість кровотоку. Рівняння неперервності кровотоку. Методи визначення швидкості кровотоку. Розподіл швидкості кровотоку в судинному руслі. Статичний та динамічний тиск крові. Застосування закону Бернуллі до руху крові судинами. Біофізичні чинники розвитку аневризми та закупорки судин. Ударний (сistolічний) та хвилинний об'єм крові. Закон Франка-Старлінга. Сistolічний та діастолічний тиск. Пульсовий та середній артеріальний тиск. Центральний венозний тиск. Гемодинамічний опір. Закон Гагена-Пуазейля. Загальний периферичний опір. Розподіл кров'яного тиску та гемодинамічного опору в відділах судинного русла. Робота та потужність серця. Розрахунок параметрів гемодинаміки. Вплив в'язкості крові на показники гемодинаміки. Залежність в'язкості крові від характеру кровотоку та типу судин. Ефект Фареуса-Ліндквіста. Пружні властивості судинної стінки. Динаміка тиску та кровонаповнення судини. Пульсові хвилі. Моделювання пульсової хвилі. Методи вимірювання артеріального тиску. Пальпаторний та аускультативний методи. Тонотрія. Тони Короткова. Аускультативний тонометр. Вимірювання артеріального тиску аускультативним та цифровим тонометром.
10	Фізичні основи реографії.	Проходження змінного електричного струму через біологічні тканини. Опір біологічних тканин змінному струму. Імпеданс. Дисперсія імпедансу. Біофізичне моделювання дисперсії імпедансу. Дослідження дисперсії імпедансу тканин та його клінічне значення. Фізичні основи реографії. Залежність імпедансу тканин та органів від кровонаповнення. Запис реограми та її інформативність. Види реографії. Реоенцефалографія. Тетраполярна діагностика. Розрахунок показників гемодинаміки за даними реограм. Діагностична значимість реографії. Фізичні та технічні принципи роботи реографа.
11	Електрографічні методи діагностики.	Фізичні основи електрографії та магнітографії. Електрична активність міокарда та її фізичне моделювання. Провідна система серця. Модель струмового диполя. Основні положення теорії Ейнтховена. Електрична вісь та інтегральний електричний вектор серця. Трикутник Ейнтховена. Стандартні відведення. Електрокардіограма. Формування електрокардіограми. Інформативність електрокардіографічної діагностики. Недоліки теорії

		Ейнтховена та її вдосконалення. Вектор-кардіографія. Електроміографія. Енцефалографія.
12	Фізичні основи фізіотерапії.	Взаємодія електромагнітного поля (ЕМП) з біологічними тканинами. Фізичні, фізико-хімічні та фізіологічні ефекти що виникають під дією ЕМП на організм людини. Терапевтичні методи на основі дії постійного та імпульсного електричного струму. Гальванізація. Електрофорез. Електросон. Дарсонвалізація. Дія постійного електричного поля на біологічні тканини. Франклінізація. Тепловий ефект струмів провідності та зміщення. Діатермія, електротомія та електрокоагуляція. УВЧ – терапія. Дія магнітного поля на організм людини. Індукційні струми. Індуктотермія. Магнітотерапія.
13	Основи медичної оптики та оптичних методів медико-біологічних досліджень.	Світлове сприйняття. Елементи фотометрії. Світловий потік. Сила світла. Світимість. Яскравість. Освітленість. Вимірювання освітленості. Світність. Оптична система ока. Біофізичні механізми зору. Фізичні принципи діагностики зору. Порушення зору та методи їх корекції. Оптичні прилади. Оптична мікроскопія. Характеристики мікроскопу. Збільшення, роздільна здатність та розрізнення. Явище рефракції. Рефрактометрія. Явище поляризації. Закон Малюса. Оптично активні біологічні середовища. Закон Біо. Поляриметрія. Взаємодія світла з біологічними середовищами. Дисперсія, поглинання та розсіяння світла. Коефіцієнти поглинання та пропускання. Закон Бугера.
14	Квантово-механічні методи в біології та медицині.	Загальні положення квантової теорії. Квантово-механічні методи дослідження мікрооб'єктів. Електронна мікроскопія. Кріоелектронна мікроскопія. Люмінесцентні явища в біологічних середовищах. Біохемілюмінесценція. Люмінесцентний аналіз. Флуоресцентна мікроскопія. Фотобіологічні процеси. Фотохімічні реакції. Індуковане випромінювання. Лазери. Застосування лазерів в медицині. Радіологічні методи медико-біологічних досліджень та медичної діагностики. Біомедична візуалізація. Рентгівське випромінювання. Рентгенографія. Рентгеноскопія. Комп'ютерна томографія. Позитронно-емісійна томографія (ПЕТ). Діагностичне застосування резонансних методів квантової механіки. Електронний парамагнітний резонанс (ЕПР). Ядерний магнітний резонанс (ЯМР). Магнітно-резонансна томографія (МРТ).
15	Радіаційна безпека.	Іонізуюче випромінювання. Види іонізуючого випромінювання. Радіоактивність. Види радіоактивного розпаду. Альфа- та бета- розпад. Правила зміщення. Основний закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність. Одиниці активності. Радіовуглецеве датування. Взаємодія радіоактивного випромінювання з речовиною. Дозиметрія іонізуючого випромінювання. Експозиційна доза. Потужність експозиційної дози. Поглинена доза. Потужність поглиненої

		доз. Методи дозиметрії. Дозиметри. Взаємодія іонізуючого випромінювання з біологічними тканинами. Відносна біологічна ефективність випромінювання. Біологічна еквівалентна доза (ефективна доза). Потужність еквівалентної дози. Радіобіологічні ефекти. Радіаційні пошкодження. Захист від іонізуючого випромінювання. Принципи радіаційної безпеки. Біофізичні основи променевої терапії.
17	Біофізичне моделювання медико-біологічних процесів.	Моделі фармакокінетики, їх основні характеристики та параметри. Доза, мінімальна концентрація, константа елімінації та період напіввиведення лікарського препарату. Моделі однократного, неперервного та комбінованого введення лікарського препарату. Моделі динаміки популяцій з необмеженим та обмеженим ресурсом. Експоненціальний ріст. Логістична крива. Моделі кінетики хімічних реакцій. Моделювання епідемічних процесів та інфекційних захворювань. Біофізичні основи регуляції фізіологічних процесів. Взаємодія організму з навколишнім середовищем. Сенсорні системи організму, принципи їх функціонування. Моделювання впливу факторів навколишнього середовища на організм людини. Вплив антропогенних факторів на навколишнє середовище. Екологічна безпека.

Самостійна робота здобувача вищої освіти	
Вид діяльності	годин
1. Виконання індивідуального завдання у формі проблемного питання, тесту, або задачі.	6
2. Самостійна робота шляхом написання рефератів.	16
3. Навчальна науково-дослідницька проектна робота.	18
4. Підготовка до підсумкового контролю знань (консультації).	5
Всього	45
Список орієнтовних тем самостійної роботи	
1. Опорно-руховий апарат людини, його структура та функції.	
2. Кінематика та динаміка рухової активності та її різновидів.	
3. Принципи ергономіки.	
4. Реологічні властивості біологічних тканин.	
5. Біомеханічні властивості стоматологічних матеріалів.	
6. Структура та функції біологічних мембран.	
7. Генерація та розповсюдження потенціалу дії.	
8. Молекулярні механізми та фізичне моделювання м'язевого скорочення.	
9. Енергетичний баланс організму.	
10. Розрахунок індивідуального енергетичного балансу.	
11. Ультразвукові методи діагностики.	
12. Тонометрія.	
13. Реографія.	
14. Електрокардіографія.	
15. Методи фізіотерапії.	

16. Фізичні принципи діагностики зору.
17. Оптичні методи медико-біологічних досліджень.
18. Радіологічні методи медико-біологічних досліджень.
19. Методи дозиметрії.
20. Моделі фармакокінетики.
21. Сенсорні системи організму, принципи їх функціонування.
22. Дослідження зв'язку між показниками артеріального тиску та антропометричними показниками.

Список рекомендованих джерел
Базові джерела 1. Медична та біологічна фізика: підручник для студ. вищих мед. (фарм.) навч. заклад. / за ред. проф. О. В. Чалого. — Вид. 2-ге. — Вінниця : Нова Книга, 2017.— 528 с. 2. Медична та біологічна фізика. Частина I / [В.І. Федів, О.І. Олар, О.Ю. Микитюк та ін.]. Навчальний посібник для студентів вищих медичних навчальних закладів - Чернівці: Видавництво БДМУ, 2016. - 205 с. 3. Медична та біологічна фізика. Частина II / [В.І.Федів, О.І.Олар, О.Ю.Микитюк, В.Ф.Боєчко]. Навчальний посібник для студентів вищих медичних навчальних закладів - Чернівці: Видавництво БДМУ, 2017. - 235 с. 4. Медична та біологічна фізика. Основні поняття і закони електромагнетизму, оптики, квантової та ядерної фізики. [В.І.Федів, О.І.Олар, Д.І. Остафейчук, О.Ю.Микитюк, В.Ф.Боєчко]. Навчальний посібник для студентів вищих медичних навчальних закладів - Чернівці: Видавництво БДМУ, 2018. - 296 с. 5. Інформаційні технології в охороні здоров'я і практичній медицині: Кн. 5. Оброблення клінічних і експериментальних даних у медицині: навч. посіб. / О. П. Мінцер, Ю.В. Вороненко, В.В. Власов — К.: Вища шк., 2003. — 350 с. 6. Будова і принципи роботи медичного обладнання: посібник / В.Д. Дідух та інші. – ТДМУ. – 2016. – 268 с. 7. Фізичні основи медико-діагностичних вимірювань: методичний посібник для студентів медичних спеціальностей / А.І. Єгоренков, В.В. Пашенко, Л.Г. Лесько. – Київ: Книга плюс, 2023. – 76 с. 8. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія: підручн. / Е.І. Личковський, В.О. Тіманюк, О.В. Чалий, Ю.Є. Лях, О.М. Животова. – Вінниця: Нова Книга, 2014. – 464 с. 9. Медична та біологічна фізика: (навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. IV рівня акредитації) / В. П. Марценюк та ін. — Тернопіль: ТДМУ, 2012, 303 с. 10. Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А. Основи біофізики і біомеханіки: навч. посіб. – Миколаїв: Вид-во Чорноморського державного університету ім. П. Могили, 2011. – 300 с. 11. Лопушанський Я.Й. Збірник задач і запитань з медичної і біологічної фізики: навч. посіб. – Вінниця: Нова Книга, 2010. – 584 с. 12. Irving P. Herman. Physics of the Human Body. / Springer – Verlag. Berlin, Heidelberg 2007 Додаткові джерела. 13. Біофізика/ П.Г.Костюк (ред.), В.Л.Зима, І.С.Магура, Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. – 567 с. 14. Медична фізика: Підручник. – Т. 1. Динамічні і статистичні моделі /Л.А.Булавін, Л.Г.Гречко, Л.Б.Лерман, А.В.Чалий; за ред. Л.А.Булавіна. – К: ВПЦ «Київський університет», 2011. – 478 с.

15. Медична фізика: Підручник. – Т. 2. Експеримент у медичній фізиці /Л.А.Булавін, О.Ю.Актан, Ю.Ф. Забашта та ін.; за ред. Л.А. Булавіна. – К: ВПЦ «Київський університет», 2011. – 312 с.
- 16.Тарновська А.В. Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с.
17. Intermediate Physics for Medicine and Biology / Russell K. Hobbie (Author), Bradley J. Roth. — 5th ed. — Springer Science+Business Media, 2015.
- Biophysics: An Introduction / Roland Glaser. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
18. Physics in Biology and Medicine - 5th Edition / Paul Davidovits. Academic Press, 2018.
- An Introduction to Environmental Biophysics / Gaylon S. Campbell, John Norman. - Springer; 2nd edition, 1997. – 307 p.
- Інтернет-ресурси.**
19. <https://en.wikipedia.org/wiki/Biophysics>
20. <https://studfile.net/preview/1902522/page:132/>
21. <https://www.springer.com/journal/11439>

Загальна схема оцінювання						
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Шкала ЄКТС	Оцінка за національною шкалою		Нарахування балів	Бали нараховуються таким чином:	
		Для іспиту	Для заліку		Загальна кількість балів складається із суми балів за поточну успішність включно з урахуванням відвідування лекцій та виконання самостійної/ проектної роботи та кількості балів за підсумковий контроль знань (диференційований залік).	
	170 - 200	A	Відмінно			Зараховано
	150 - 169	B	Добре			
	140 - 149	C				
	130 - 139	D	Задовільно			
	120 - 129	E				
100 - 119	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано з можливістю повторного складання			
1 - 99	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни			
Оцінювання за складовими дисципліни						
Відвідування лекцій		12 - 20	Політика опанування дисципліни			
Практичні заняття		36 - 60	Відвідування	Відвідування занять є обов'язковим.		
Підготовка та захист самостійної / проектної роботи		24 - 40				

Диференційований залік	48 - 80	Умови зарахування пропущених занять	Виконання індивідуального завдання відповідно теми заняття.
Рейтингові бали, які може набрати здобувач вищої освіти за поточну успішність розраховуються наступним чином. Відвідування лекцій: $\text{кількість балів} = \frac{\text{кількість відвіданих лекцій}}{\text{загальна кількість лекцій}} \times 20$ Практичні заняття: $\text{кількість балів} = \frac{\text{загальна сума оцінок за пятибальною шкалою}}{5 \times \text{кількість занять}} \times 60$ Мінімальна кількість балів яку має набрати здобувач вищої освіти, щоб бути допущеним до підсумкового контролю знань – 72, або 60% від максимальної кількості балів за поточну успішність. Мінімальна кількість балів за якої диференційний залік рахується складеним – 48, або 60% від максимальної кількості балів за залік.			