

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО

Кафедра біофізики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор
з науково-педагогічної роботи
доцент Ірина СОЛОНИНКО



2023 р.

ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИБОРОМ
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ БІОФІЗИКИ
ВБ 1.30

підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти
галузі знань 22 «Охорона здоров'я»
спеціальності 222 «Медицина»

Обговорено та ухвалено
на методичному засіданні
кафедри біофізики
Протокол № 9
Від «30» травня 2023 р.

Завідувач кафедри
 професор Роман ФАФУЛА

Затверджено
Методичною комісією факультету
іноземних студентів
Протокол № 4
Від «31» травня 2023 р.

Голова методичної комісії
 доцент Тетяна ЄЩЕНКО

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Роман ФАФУЛА	д.б.н., професор, завідувач кафедри біофізики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького;
Марія ВІСЬТАК	д.тех.н., професор кафедри біофізики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького;
Зор'яна ФЕДОРОВИЧ	к.б.н., доцент кафедри біофізики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Зіновій ВОРОБЕЦЬ	д.б.н., професор, завідувач кафедри медичної біології, паразитології та генетики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького;
Оксана БОЙКО	д.тех.н., професор, завідувач кафедри медичної інформатики ФПДО Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького.

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни (дисципліни за вибором) «Сучасні проблеми біофізики»

відповідно до Стандарту вищої освіти *другого (магістерського) рівня*
галузі знань 22 «Охорона здоров'я»
спеціальності 222 «Медицина»
освітньої програми *магістра* медицини.

Опис навчальної дисципліни (анотація).

Вивчення дисципліни «Сучасні проблеми біофізики» дає знання про структуру та фізичні властивості живих систем на молекулярному рівні та методики використання сучасних методів дослідження в медичній науці та практиці. Таким чином основна увага фокусується на вивченні фізичних основ структурної організації та функціонуванні біомолекул, що обумовлює їхні біологічні функції, а також сучасних діагностичних методів, які застосовуються в медицині.

Згідно навчального плану дисципліна «Сучасні проблеми біофізики» вивчається на першому році навчання. Програму дисципліни поділено на 2 розділи:

Розділ 1. Основи молекулярної біофізики клітин і тканин.

Розділ 2. Використання біофізичних технологій у біомедичних дослідженнях.

У розділі 1 вивчається роль водного середовища, внутрішньомолекулярні взаємозв'язки, фізичні основи структурної організації та функціонування білків, нуклеїнових кислот, а також біофізичні методи дослідження біополімерів.

У розділі 2 розглядають біофізичні основи рентгенівської та магнітно-резонансної діагностики, а також застосування лазерних технологій у біомедичних дослідженнях.

Структура навчальної дисципліни	Кількість кредитів, годин, з них				Рік навчання	Вид контролю
	Всього	Аудиторних		СРС		
		Лекцій	Практичних занять			
Назва дисципліни: Сучасні проблеми біофізики Розділів 2	3,0 кредити / 90 год	12	18	60	I курс	залік
Розділ 1	2,0 кредити/ 60 год.	6	10	44	I курс	залік
Розділ 2	1,0 кредит/ 30 год.	6	8	16		

Предметом навчальної дисципліни «Сучасні проблеми біофізики» є вивчення фізичних властивостей макромолекул, біофізичних методів дослідження клітин, фізичних основ методів дослідження біомакромолекул та сучасних технологій та систем, у яких використовуються властивості рентгенівських променів, ядерний магнітний резонанс та індуковане випромінювання, на яких ґрунтується отримання зображення, які застосовують у біомедичній практиці.

Міждисциплінарні зв'язки:

Навчальна дисципліна «Сучасні проблеми біофізики» інтегрується з такими дисциплінами:

- ✓ Медична і біологічна фізика;
- ✓ Медична біологія, паразитологія, генетика;
- ✓ Медична хімія;

Навчальна дисципліна «Сучасні проблеми біофізики» закладає основи вивчення студентами таких дисциплін:

- ✓ Біологічна хімія;
- ✓ Біоорганічна хімія;
- ✓ Фізіологія;
- ✓ Патолофізіологія;
- ✓ Медична інформатика;
- ✓ Пропедевтика внутрішньої медицини;
- ✓ Гігієна та екологія;
- ✓ Радіологія.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Сучасні проблеми біофізики» є ознайомлення студентів з сучасними проблемами молекулярної біофізики та найновішими досягненнями у галузі медичної і біологічної фізики, перспективами її застосування у біомедичній практиці.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Сучасні проблеми біофізики» є:

- з'ясування фізичних механізмів, що лежать в основі біологічних функцій біомакромолекул;
- визначення основних методів, які використовують для дослідження структури й активності біомакромолекул;
- фізичних явищ, що лежать в основі діагностичних і фізіотерапевтичних (лікувальних) методів, які застосовуються у біомедичній практиці.

1.3. **Компетентності та результати навчання**, формуванню яких сприяє дисципліна (взаємозв'язок з нормативним змістом підготовки здобувачів вищої освіти, сформульованим у термінах результатів навчання у Стандарті вищої освіти).

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти дисципліна забезпечує набуття студентами **компетентностей**:

– *інтегральна*:

Здатність розв'язувати складні задачі, у тому числі дослідницького та інноваційного характеру у сфері медицини.

Здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії.

– *загальні*:

- 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 Здатність до 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.

- *спеціальні (фахові, предметні)*:

- 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.

Деталізація компетентностей відповідно до дескрипторів НРК у формі «Матриці компетентностей».

Матриця компетентностей

№	Компетентність	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
	Інтегральна компетентність				
	Здатність розв'язувати складні задачі, у тому числі дослідницького та інноваційного характеру у сфері медицини. Здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії.				
	Загальні компетентності				
1	ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.	Знати: способи аналізу, синтезу та подальшого сучасного навчання.	Вміти: проводити аналіз інформації, приймати обґрунтовані рішення, набувати сучасні знання.	Встановлювати відповідні зв'язки для досягнення цілей.	Нести відповідальність за своєчасне набуття сучасних знань.
2	ЗК3. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.	Знати: спеціалізовані концептуальні знання.	Вміти: розв'язувати складні задачі і проблеми, які виникають у професійній діяльності.	Зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, знань та пояснень, що їх обґрунтовують до фахівців та нефахівців.	Відповідати за прийняття рішень у складних умовах.
3	ЗК4. Знання та розуміння пред-метної галузі та розуміння професійної діяльності.	Знати: структуру професійної діяльності.	Вміти: здійснювати професійну діяльність, що потребує оновлення та інтеграції знань.	Здатність ефективно формувати комунікаційну стратегію у професійній діяльності.	Нести відповідальність за професійний розвиток, здатність до подальшого професійного навчання з високим рівнем автономності.
4	ЗК5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації	Знати: елементи виробничої та соціальної адаптації та фактори успішної адаптації до нового середовища.	Вміти: формувати ефективну стратегію особистісної адаптації до нових умов.	Взаємодіяти з широким колом осіб (колеги, керівництво, фахівці з інших галузей) при виникненні нових ситуацій з елементами непередбачуваності.	Нести відповідальність за прийняття рішень.

5	ЗК6. Здатність приймати обґрунтоване рішення; ЗК7. Працювати в команді; ЗК8. Здатність до міжособистісної взаємодії.	Знати: тактику та стратегію спілкування, закони та способи комунікативної поведінки.	Вміти: приймати обґрунтоване рішення, обирати способи та стратегії спілкування для забезпечення ефективної командної роботи.	Використовувати стратегії спілкування та навички міжособистісної взаємодії	Нести відповідальність за вибір та тактику способу комунікації
6	ЗК9. Здатність спілкуватись іноземною мовою.	Знати: одну (декілька) іноземних мов.	Вміти: застосовувати знання іноземної мови.	Використовувати іноземну мову у професійній діяльності.	Нести відповідальність за використання іноземної мови у професійній діяльності.
7	ЗК10. Здатність використання інформаційних і комунікаційних технологій.	Знати: інформаційні і комунікаційні технології, що застосовуються у професійній діяльності.	Вміти: використовувати інформаційні та комунікаційні технології у професійній галузі, що потребує оновлення та інтеграції знань.	Використовувати інформаційні та комунікаційні технології у професійній діяльності.	Нести відповідальність за розвиток професійних знань та умінь.
8	ЗК11. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.	Знати: способи пошуку, опрацювання та аналізу інформації	Вміти: проводити пошуку, опрацювання та аналізу інформації	Використовувати різні способи опрацювання інформації.	Нести відповідальність за управління інформацією.
9	ЗК12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.	Знати: обов'язки та шляхи виконання поставлених завдань.	Вміти: визначити мету та завдання бути наполегливим та сумлінним при виконанні обов'язків.	Встановлювати міжособистісні зв'язки для ефективного виконання завдань та обов'язків.	Відповідати за якісне виконання поставлених завдань
Спеціальні (фахові) компетентності					
1	ФК2. Здатність до визначення необхідного переліку лабораторних та інструментальних досліджень та оцінки їх результатів.	Знати: вплив фізичних чинників на організм людини, стандартні методики проведення лабораторних та інструментальних досліджень.	Вміти: аналізувати результати досліджень.	Обґрунтовано вибирати та оцінювати результати досліджень.	Нести відповідальність за прийняття рішення щодо оцінювання результатів досліджень.

2	ФК10. Здатність до виконання медичних маніпуляцій.	Знати: біофізику роботи органів і систем організму людини.	Вміти: аналізувати біофізичні показники роботи органів і систем організму людини.	Обґрунтовано формувати та довести до пацієнта, фахівців висновки щодо необхідності проведення медичних маніпуляцій	Відповідальність, самостійність.
3	ФК17. Здатність до оцінювання впливу навколишнього середовища, соціально-економічних та біологічних детермінант на стан здоров'я індивідуума, сім'ї, популяції.	Знати: фактори навколишнього середовища, які негативно впливають на здоров'я населення.	Вміти: оцінити стан навколишнього середовища та негативні фактори впливу на здоров'я.	Формувати висновки щодо стану здоров'я населення, на підставі даних про зв'язок з факторами навколишнього середовища.	Нести відповідальність за правильні висновки щодо негативного впливу факторів навколишнього середовища.

Результати навчання:

Інтегративні кінцеві програмні результати навчання, формуванню яких сприяє навчальна дисципліна:

- 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 довкілля на стан здоров'я людини для оцінки захворюваності населення (ФК17).
- ПРН 24. Забезпечувати необхідний рівень індивідуальної безпеки (власної та осіб, про яких піклується) у разі виникнення типових небезпечних ситуацій в індивідуальному полі діяльності (ЗК6).

Результати навчання для дисципліни. У результаті вивчення «Сучасні проблеми біофізики» студент повинен

знати:

- ✓ загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі процесів, які відбуваються в живому організмі;
- ✓ фізичні основи методів дослідження біомакромолекул;
- ✓ суть сучасних досягнень, проблем та основних трендів у галузі сучасної біофізики та можливостей використання цих досягнень у біомедичній практиці.

вміти:

- ✓ пояснювати фізичні основи сучасних методів дослідження біологічних систем і методів візуалізації в медичній діагностиці;
- ✓ аналізувати інформативність розглянутих методів і проводити порівняльний аналіз їх ефективності;
- ✓ інтерпретувати експериментальні дані методів аналізу біологічних об'єктів, якщо вони отримані для відомих сполук;
- ✓ пояснити принцип роботи медичного обладнання.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 3,0 кредити ЄКТС 90 годин. Програма структурована у розділи:

Розділ 1. Основи молекулярної біофізики клітин і тканин

Тема 1. Основні фізичні властивості біомакромолекул

Біологічні макромолекули в розчині. Конформація макромолекул. Внутрішньомолекулярні взаємодії в біологічних макромолекулах. Гідрофобні взаємодії й структура води. В'язкість розчинів біомакромолекул. Дифузія макромолекул. Квазіпружне розсіювання світла. Взаємодія між макромолекулами в сольовому розчині.

Біофізика білків. Кінетика ферментативних реакцій. Енергія активації. Біофізика нуклеїнових кислот. Гіперхромний ефект.

Тема 2. Біофізичні методи дослідження біополімерів

Біофізичні методи досліджень біополімерів. Електрофорез макромолекул. Седиментація макромолекул. Центрифугування. Хроматографічний метод: гель-фільтрація. Дисперсія оптичного обертання і круговий дихроїзм. Диференційно сканувальна мікрокалориметрія.

Біофізичні методи дослідження структури макрочастинок. Рентгеноструктурний аналіз. Молекулярна спектроскопія макромолекул. Флуоресцентна спектроскопія. Реометрія нуклеїнових кислот і білків.

Електронна мікроскопія. Принцип дії електронного мікроскопа. Основні типи електронних мікроскопів. Методи приготування зразків і отримання контрастних зображень. Застосування сучасних електронних мікроскопів у медицині. Вивчення поверхні ізольованих клітин. Електронна мікроскопія вірусів і бактерій.

Розділ 2. Використання біофізичних технологій у біомедичних дослідженнях

Тема 3. Методи візуалізації в діагностиці та дослідження речовин і біологічних тканин

Біофізичні основи рентгенівської діагностики. Рентгенівська комп'ютерна томографія (КТ). Відтворення зображення в КТ. Просторова роздільна здатність КТ. Тривимірне зображення. Побічна дія дослідження з допомогою КТ.

Біофізичні основи магнітно-резонансної діагностики. Явище ядерного магнітного резонансу (ЯМР). Релаксація. Біофізичні основи магнітно-резонансної діагностики. Концепція ЯМР спектроскопії. Магнітно-резонансна томографія: сканування і реконструкція зображення; параметри зображення. Діагностичні можливості ЯМР томографії. Біофізичні принципи позитрон-емісійної томографії.

Біофізичні основи лазерної діагностики і терапії. Основні властивості лазерного випромінювання. Лазери високої потужності та їх взаємодія з біологічними тканинами. Взаємодія потужних лазерів з біологічними тканинами. Тепловий вплив лазерного опромінення на біологічні тканини. Лазери малої потужності. Клітинні механізми фотобіомодуляції. Реакція клітин на опромінення. Класифікація лазерів та вимоги безпеки. Види ураження біологічних тканин. Лазерні технології у біомедичній практиці: лазерно-індукована флуоресценція; лазерна профілометрія.

3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	СРС	Індивідуальна робота
Розділ 1. Основи молекулярної біофізики клітин і тканин				
Тема 1 Основні фізичні властивості біомакромолекул.	4	4	14	—
Тема 2. Біофізичні методи дослідження біополімерів.	2	6	30	
Разом за розділом 1	6	10	44	
Розділ 2. Використання біофізичних технологій у біомедичних дослідженнях				
Тема 3. Методи візуалізації в діагностиці та дослідження речовин і біологічних тканин.	6	8	16	—
Разом за розділом 2	6	8	16	
Усього годин 90 / 3,0 кредити ECTS	12	18	60	
Підсумковий контроль				залік

4. Тематичний план лекцій

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин
1	Біологічні макромолекули в розчинах.	2
2	Біофізика білків і нуклеїнових кислот.	2
3	Сучасні методи дослідження для визначення структури біомакромолекул.	2
4	Біофізичні основи рентгенівської діагностики.	2
5	Біофізичні принципи магнітно-резонансної томографії та позитрон-емісійної томографії.	2
6	Біофізичні основи застосування лазерних технологій у медицині.	2
	Всього	12

5. Тематичний план практичних занять

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин
1.	Основи молекулярної біофізики.	2
2.	Біофізика білків і нуклеїнових кислот.	2
3.	Седиментація та електрофорез біологічних макромолекул.	2
4.	Рентгеноструктурний аналіз біологічних макромолекул.	2
5.	Молекулярна спектроскопія макромолекул. Флуоресцентна спектроскопія.	2
6.	Біофізичні принципи рентгенівської діагностики.	2
7.	Біофізичні принципи магнітно-резонансної діагностики.	2
8.	Біофізичні принципи лазерної діагностики.	2
9.	Біофізичні принципи лазерної терапії.	2
	Всього	18

6. Тематичний план самостійної роботи студентів

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин	Вид контролю
1.	Об'єкти досліджень у молекулярній біофізиці.	4	Поточний контроль на практичних заняттях
2.	Міжмолекулярні взаємодії та сили, що стабілізують будову біомакромолекул.	5	
3.	Основні види взаємодій, які формують біологічні мембрани.	5	
4.	Реометрія біомакромолекул.	4	
5.	Загальна теорія дисперсії оптичного обертання та круговий дихроїзм.	6	
6.	Хроматографічний метод у дослідженні біомакрополімерів.	7	
7.	Застосування сучасних методів електронної мікроскопії в медицині.	7	
8.	Вивчення біополімерів методом диференційної сканувальної мікрокалориметрії.	6	
9.	Фізичні принципи рентгенівської трансмісійної комп'ютерної томографії.	8	
10.	Лазерний мікроспектральний аналіз у дослідженнях.	8	
	Всього	60	

7. Індивідуальні завдання не передбачено навчальним планом.

8. 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.

9. Методи контролю

Види контролю:

Поточний контроль здійснюється на основі контролю теоретичних знань, навичок і вмінь на практичних заняттях. Самостійна робота студента оцінюється на практичних заняттях і є складовою підсумкової оцінки студента.

Підсумковий контроль - семестровий залік - це форма підсумкового контролю, що полягає в оцінці засвоєння студентом навчального матеріалу виключно на підставі результатів виконання ним певних видів робіт на практичних, семінарських або лабораторних заняттях.

Оцінювання поточної успішності студентів здійснюється на кожному практичному (лабораторному) занятті за 4-бальною шкалою і заноситься в журнал обліку академічної успішності. Знання студентів оцінюються як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими **критеріями**:

– 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;

– 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;

– 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;

– 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.

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

Форма проведення поточного контролю під час навчальних занять визначається навчальною програмою дисципліни.

Формами поточного контролю є:

- 1) усне опитування (фронтальне, індивідуальне, комбіноване).
- 2) практична перевірка сформованих професійних вмінь.
- 3) тестовий контроль (відкриті та закриті тестові завдання).

10.1. Оцінювання поточної навчальної діяльності. Під час оцінювання засвоєння кожної теми за поточну навчальну діяльність студенту виставляються оцінки за 4-ри бальною (національною) шкалою. При цьому враховуються усі види робіт, передбачені програмою дисципліни. Поточний контроль результатів виконання завдань самостійної роботи здійснюється під час поточного контролю теми на відповідному занятті. Студент має отримати оцінку з кожної теми для подальшої конвертації оцінок у бали за багатобальною (200-бальною) шкалою.

11. Форма підсумкового контролю успішності навчання відповідно до навчального плану є семестровий залік.

Семестровий залік з дисципліни проводиться після закінчення її вивчення, до початку екзаменаційної сесії. Залік виставляють викладачі, які проводили практичні та інші заняття в навчальній групі. Семестровий залік не передбачає обов'язкову присутність студентів.

12. Схема нарахування та розподіл балів, які отримують студенти:

Максимальна кількість балів, яку може набрати студент за поточну навчальну діяльність при вивченні дисципліни становить 200 балів.

Мінімальна кількість балів, яку повинен набрати студент за поточну навчальну діяльність для зарахування дисципліни становить 120 балів.

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

$$x = \frac{CA \times 200}{5}$$

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

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	200	4.45	178	3.92	157	3.37	135
4.97	199	4.42	177	3.89	156	3.35	134
4.95	198	4.4	176	3.87	155	3.32	133
4.92	197	4.37	175	3.84	154	3.3	132
4.9	196	4.35	174	3.82	153	3.27	131
4.87	195	4.32	173	3.79	152	3.25	130
4.85	194	4.3	172	3.77	151	3.22	129
4.82	193	4.27	171	3.74	150	3.2	128
4.8	192	4.24	170	3.72	149	3.17	127
4.77	191	4.22	169	3.7	148	3.15	126
4.75	190	4.19	168	3.67	147	3.12	125
4.72	189	4.17	167	3.65	146	3.1	124
4.7	188	4.14	166	3.62	145	3.07	123
4.67	187	4.12	165	3.57	143	3.02	121
4.65	186	4.09	164	3.55	142	3	120
4.62	185	4.07	163	3.52	141	Менше 3	Недостатньо
4.6	184	4.04	162	3.5	140		
4.57	183	4.02	161	3.47	139		
4.52	181	3.99	160	3.45	138		
4.5	180	3.97	159	3.42	137		
4.47	179	3.94	158	3.4	136		

Самостійна робота студентів оцінюється під час поточного контролю теми на відповідному занятті. Засвоєння тем, які виносяться лише на самостійну роботу контролюється при підсумковому контролі.

Семестровий залік студенти отримують, якщо середній бал з оцінок за поточну успішність впродовж семестру становить не менше «3» (120 балів за 200- бальною шкалою).

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 „A”, „B”, „C”, „D”, „E” 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 „E”.

Бали з дисципліни для студентів, які успішно виконали програму конвертуються у традиційну 4-ри бальну шкалу за абсолютними критеріями, які наведено нижче у таблиці:

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

Оцінка ECTS у традиційну шкалу не конвертується, оскільки шкала ECTS та чотирибальна шкала незалежні. Об’єктивність оцінювання навчальної діяльності студентів перевіряється статистичними методами (коефіцієнт кореляції між оцінкою ECTS та оцінкою за національною шкалою).

13. Методичне забезпечення:

- Навчальна програма дисципліни.
- Тези лекцій з дисципліни.
- Презентації лекцій.
- Методичні рекомендації та розробки для викладача.
- Методичні вказівки до практичних занять для студентів.
- Методичні матеріали, що забезпечують самостійну роботу студентів.
- Тестові та контрольні завдання до практичних занять.

14. Рекомендована література

Основна:

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. Медична і біологічна фізика: підручник / Личковський Е.І., Пайкуш М.А., Вісьтак М.В., Фафула Р.В. Львів: «Новий Світ – 2000», 2021. – 319 с.
3. 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

Допоміжна:

1. Дідух В.Д. Біологічна фізика з фізичними методами аналізу: навч. пос. / В.Д. Дідух, Ю.А. Рудяк, О.А. Багрій-Заяць. – Тернопіль, 2021. – 305 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. 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.
4. Лебель О.О., Гаращенко В.І., Григус І.М. Біологічна та медична механіка. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2016.
5. Лопушанський Я.Й. Збірник задач і запитань з медичної і біологічної фізики: навч. посібн. для студ. вищ. мед. навч. закл. III-IV рівн. акр./ Я.Й. Лопушанський. 3-є вид., доповн. і випр. – Вінниця: Нова книга, 2010. – 584 с.
6. Санагурський Д.І. Об'єкти біофізики: Монографія / Д.І. Санагурський– Львів. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 522 с.
7. 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.
8. Hobbie R.K., Roth B.J. Intermediate Physics for Medicine and Biology / R.K. Hobbie, B.J. Roth. – Springer, 2007. – 616 p.
9. Medical and Biological Physics: Laboratory Manual for students of higher medical institutions of the IV accreditation level // Lychkovsky E., Fafula R., Fedorovych Z., Makar N., Odnorih L. – Lviv, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, 2014. – 300 p.
10. Cotterill R. Biophysics. An introduction. J. Wiley & Sons, 2002. – 396 p.
11. Davidovits P. Physics in biology and medicine. 5-th ed. – Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2019. – 377 p.
12. Newman J. Physics of the Life Sciences. – Springer, 2008. – 718 p.
13. Herman I.P. Physics of the Human Body. – Springer, 2008. – 860 p.
14. Glaser R. Biophysics an introduction. 2-nd ed. – Berlin: Springer, 2012. – 407 p.
15. Hille B. Ionic Channels of Excitable Membranes. Sinauer Associates inc. Sunderland, 2004 – 816 p.

15. Інформаційні ресурси

1. <http://misa.meduniv.lviv.ua/>
2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (Електронна база даних медичних і біологічних публікацій англійською мовою)
3. <http://iomp.org/> (Міжнародна організація медичної фізики)
4. <http://aapm.org/default.asp> (Сайт американської асоціації фізиків в медицині)
5. <http://scitation.aip.org/content/aapm/journal/medphys> (Журнал «Medical Physics»)
6. <https://www.biophysics.org/> (Biophysical Society)
7. <https://physicsworld.com/c/medical-physics> (Інформаційні ресурси з медичної фізики)
8. <https://physicsworld.com/c/biophysics-bioengineering/> (Інформаційні ресурси з біофізики і біоінженерії)
9. <http://www.nbuv.gov.ua/> (Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського)