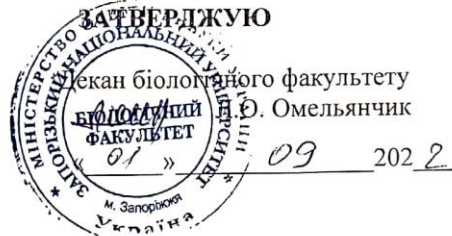


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЧНИЙ
КАФЕДРА ЗАГАЛЬНОЇ ТА ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ І ЗООЛОГІЇ



ФІЗИКА БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 091 «Біологія»

(шифр, назва спеціальності)

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма Біологія

(назва)

Укладач Рильський О.Ф., д.б.н., проф., зав.каф. загальної та прикладної екології і зоології

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри загальної та
прикладної екології і зоології

Ухвалено науково-методичною радою
біологічного факультету

Протокол № 2 від "1" 09 2022р.
Завідувач кафедри загальної та прикладної
екології і зоології

Протокол № 1 від "1" 09 2022р.
Голова науково-методичної ради
біологічного факультету

(підпис) О.Ф. Рильський

(підпис) Н.М. Притула
(ініціали, прізвище)

Погоджено
з навчально-методичним відділом

(підпис) О.В. Шинишова
(ініціали, прізвище)

2022 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань 09 Біологія	Кількість кредитів – 3	Обов’язкова	
		Цикл професійної підготовки спеціальності	
Спеціальність 091 Біологія	Загальна кількість годин – 90	Семестр:	
		3	3
Освітньо-професійна програма Біологія	Змістових модулів – 4	Лекції	
		28 год.	6
		Лабораторні	
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 12	14 год.	4
		Самостійна робота	
		48 год.	80
		Вид підсумкового семестрового контролю: екзамен	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Фізика біологічних систем» є сформувати у здобувачів освіти біофізичне мислення та базові *знання*, необхідні для сприйняття й розуміння біофізичних процесів, що відбуваються в біологічних системах; *вироблення компетентностей* використовувати фізичні поняття, закони, концепції, вчення й теорії для пояснення біологічних процесів, що відбуваються на молекулярному, мембранному, клітинному рівнях; *здатність* пояснювати єдність і принципові відмінності функціонування закритих і відкритих систем; *здатність* кількісного опису складних біологічних явищ на основі точних експериментів.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Фізика біологічних систем» є: *оволодіти* на практиці *методикою* біофізичних досліджень; *набути вмінь* користуватися лабораторним обладнанням для дослідження біофізичних процесів у живих організмах; *набути навички* обирати і застосовувати методи вимірювання параметрів біофізичних процесів у живих організмах та обґрунтовувати отримані результати.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач освіти повинен **знати:**

- основні галузі застосування біофізичних досягнень;
- та історичні етапи розвитку біологічної науки, які стали основою біофізики;
- загальні принципи використання біологічних розчинів;
- особливості механізмів трансформації різних видів енергії в живих системах;
- принципи теорії проникності, особливості протікання явищ дифузії, теплопровідності, електропровідності в мембранній структурі;

вміти:

- користуватися схемами біофізичних процесів на практиці;
- визначати електропровідність біологічних рідин, в'язкість біологічних рідин;
- визначати окисно-відновний потенціал і рН води та складних біологічних рідин;
- орієнтуватися у впливах фізико-хімічних факторів (УФ-, γ - та х-випромінювання) на біологічні об'єкти;
- обирати і застосовувати методи вимірювання параметрів біофізичних процесів у живих організмах та обґрунтовувати отримані результати.
- пояснювати основні принципи сучасних біофізичних методів дослідження.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач освіти повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
- здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях (ЗК 2); - здатність до використання інформаційних технологій (ЗК 3); - здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 7);	Репродуктивний. Проблемний. Метод моделювання. Лекції, спостереження, практична робота, індивідуальна дослідницька робота
- здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення завдань сучасної біології (СК 2); - здатність використовувати знання й практичні навички в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей для дослідження рівнів організації живих організмів, біологічних явищ і процесів (СК 3).	Проблемний. Пошуковий. Лекції, спостереження, практична робота, індивідуальна дослідницька робота

Міждисциплінарні зв'язки.

Вивчення дисципліни «Фізика біологічних систем» ґрунтується на знаннях і вміннях здобувачів освіти, що вони набули під час вивчення навчальних дисциплін «Неорганічна хімія», «Фізична та колоїдна хімія», «Фізика», «Основи вищої математики» та «Біохімія».

Навчальна дисципліна «Фізика біологічних систем» забезпечує здобувачів освіти знаннями і компетентностями, необхідними для вивчення навчальних дисциплін «Молекулярна біологія», «Фізіологія людини і тварин», «Фізіологія та біохімія рослин», «Генетика людини», «Радіобіологія».

3. Програма навчальної дисципліни**Змістовий модуль 1. Основи загальної біофізики. Термодинаміка біологічних процесів.**

Поняття про біофізику, її місце в системі наук. Поняття та визначення живої системи з точки зору біофізики. Методи, якими користується біофізика, для вирішення поставлених задач (апроксимація, моделювання, ідеалізація). Розділи та методи біофізики. Термодинаміка, термодинамічна система, класифікація.

Термодинаміка біологічних процесів. I закон термодинаміки, II закон термодинаміки, термодинамічна рівновага. Ентальпія. Закон Гесса. Зміна вільної енергії Гельмгольца в

диференціальній формі. Форми енергії організму, їх властивості. Зміна стандартної вільної енергії.

Термодинаміка відкритих систем. Функція дисипації. II закон термодинаміки для відкритих системах. Поняття стаціонарного стану у відкритих системах. Порівняльна характеристика основних потоків у відкритих і закритих системах.

Змістовий модуль 2. Кінетика біологічних процесів

Перетворення енергії в клітині. Мітохондрії – універсальні енергетичні станції клітин. Хемоосмотична теорія спряжених процесів окиснення. Структура молекули АТФ. Гіпотеза Мітчела. Приклади спряжених процесів в біологічних системах.

Принцип локальної рівноваги. Функція дисипації. Потік речовини. Теорема Пригожина. Співвідношення взаємності Онзагера. Принцип Ле-Шатьє-Брауна. Поняття і ступінь ентропії. Протікання хімічних реакцій у відкритих системах. Збереження енергії у відкритих системах.

Ферментативний каталіз. Характеристики ферментів. Енергетичний профіль реакції. Фактори, що впливають на каталітичну активність ферментів.

Змістовий модуль 3. Біофізичні основи мембранних процесів

Біологічні мембрани. Поверхневий заряд біомембран. Мембранні потенціали. ζ -потенціал. Установка Перфільєва. Подвійний електричний шар. Поняття пондермоторної сили. Доннанівська рівновага. Мембранний потенціал спокою (гіпотеза Бернштейна). Рівняння Гольдмана – Ходжкіна – Катца.

Електрична збуджуваність клітин. Потенціал дії. Загальна характеристика. Поняття про потенціал спокою. Поняття рефракторного періоду. Графічне зображення потенціалу дії та потоків K^+ та Na^+ через мембрани. Телеграфне рівняння. Модель структур клітини.

Транспорт речовин через мембранні структури клітин. Розподіл речовин між клітиною та навколишнім середовищем. Пасивний перенос речовин. Проста дифузія. Полегшена дифузія. Рівняння Фіка. Обмінна дифузія. Осмос. Рівняння Вант-Гоффа. Активний транспорт речовин через мембрани, класифікація.

Змістовий модуль 4. Квантова біофізика

Фотобіологічні процеси. Класифікація фотобіологічних процесів. Пігменти біологічних систем. Закономірності фотобіологічних процесів. Механізми міграції енергії електронного збудження. Закони фотохімії. Квантовий вихід фотохімічної реакції. Елементарні фотохімічні реакції. Природні фотосенсибілізуючі речовини. Взаємодія світла з речовиною. Резонансна взаємодія молекулярних орбіталей молекули. Поняття електронно збудженого стану. Перенос енергії електронного збудження.

Коливальні та хвильові процеси у живій системі. Електромагнітні коливання, їх вплив на живі системи. Поняття хвильових процесів. Вплив хвильових процесів на живі системи. Ядерно-магнітний резонанс та основні його поняття. Пристрої для заміру ЯМР.

Теорії процесів старіння. Аналіз існуючих теорій довголіття і старіння організму людини. Теорія довголіття Скулачова. Локальні географічні території, які населяються народами-довгожителами (народ Хунзи, народ Окінави, довгожителі Екватору, довгожителі Балканських народів, довгожителі України).

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години					Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин	Лекційні заняття, год		Лабораторні заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
			о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	15	10/3	8	2	2	1	5	12	7	3	10
2	15	8/2	4	1	4	1	7	13	4	6	10
3	15	12/3	8	2	4	1	3	12	4	6	10
4	15	12/2	8	1	4	1	3	13	4	6	10
Контрольні роботи 1 і 2									20		20
Усього за змістові модулі	60	42/10	28	6	14	4	18	50	39	21	60
Підсумковий семестровий контроль екзамен	30						30	30			40
Загалом	90								100		

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Введення в біофізику. Термодинаміка рівноважних станів.	2	2
1	Класична термодинаміка.	2	
1	Термодинаміка відкритих систем. Функція дисипації. II закон термодинаміки у відкритих системах.	2	
1	Межі використання класичної термодинаміки. Термодинаміка незворотних процесів.	2	
2	Перетворення енергії в клітині.	2	1
2	Ферментативний каталіз.	2	
3	Мембранні потенціали. Поверхневий заряд біомембран.	2	2
3	Доннанівська рівновага. Мембранний потенціал спокою.	2	
3	Електрична збуджуваність клітин.	2	
3	Пасивний та активний транспорт речовин через мембранні структури клітин	2	
4	Фотобіологічні процеси. Механізми міграції енергії електронного збудження.	4	1
4	Коливальні та хвильові процеси у живій системі. Ядерно-магнітний резонанс.	2	
4	Теорія старіння.	2	
Разом		28	6

6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	В'язкість біологічних розчинів	2	1
2	Визначення ОВП води і біологічних рідин	2	1
2	Вплив аероіонів на бактеріальні клітини	2	
3	Вивчення проникності тканин	2	
3	Вивчення електропровідності біологічних розчинів	2	1
4	Вивчення фотодинамічного гемолізу еритроцитів	2	
4	Дія ультрафіолетового випромінювання на бактеріальні клітини	2	1
Разом		14	4

7. Види і зміст поточних контрольних заходів *

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Теоретичне завдання Опитування	<i>Питання для підготовки:</i> 1. Предмет та методи біофізики. Місце біофізики в системі наук. Розділи біофізики. 2. Системи в біофізиці. Типи систем. 3. Властивості живої системи. 4. Поняття термодинаміки, термодинамічної системи. Теплова енергія. 5. Сформулюйте I і II закони термодинаміки для ізольованих систем. 6. Поняття ентропії в термодинаміці. 7. Термодинамічна рівновага. 8. Ентальпія. Закон Гесса. 9. Зміна вільної енергії Гельмгольца. 10. Стандартна вільна енергія Гіббса 11. Термодинаміка відкритих систем. 12. Функція дисипації. II закон термодинаміки для відкритих системах. 13. Термодинаміка незворотних процесів. 14. Доннанівська рівновага. Мембранний потенціал спокою. 15. Що таке в'язкість? 16. Що таке ньютонівські і неньютонівські рідини? 17. Закон Ньютона. Закон (формула) Пуазейля. 18. Від яких параметрів залежить в'язкість рідини? 19. Що таке відносна і питома в'язкість? 20. Що означає та чим обумовлена характеристична в'язкість? 21. Яка залежність в'язкості від концентрації	4 бали – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. 3 бали – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим 2 бали – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може 1 бал – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з	4

		рідини та температури? 22.Значення методу віскозиметрії. .	деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.	
		Тестування на платформі Moodle за ЗМ 1	Тести складаються з 30 питань (вибір із множини), які оцінюються у 0,1 бали	3
	Практичне завдання <i>Лабораторна робота № 1</i> В'язкість біологічних розчинів	Передбачає проведення лабораторних робіт в аудиторії та оцінювання їх виконання Визначити відносну та питому в'язкість гліцерину та сахарози. Визначити питому і характеристичну в'язкість розчинів. Визначити залежність в'язкості розчинів від температури. Побудувати графіки кривих залежності в'язкості від концентрації речовин і температури. <i>Вимоги до виконання та оформлення:</i> Виконати практичну частину роботи і зробити узагальнюючі висновки; дати відповіді на теоретичні питання. Протокол лабораторної роботи оформити у форматі А4 та розмістити на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=409	Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 3 бали. 3 бали – лабораторна робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні лабораторної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу. 2 бали – при виконанні лабораторної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи. 1 бал – робота виконана на 30-50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно	3
Усього за ЗМ 1	2			10
2	Теоретичне завдання Опитування	<i>Питання для підготовки:</i> 1. Що таке електричний струм? 2. Що таке постійний і змінний електричний струм? 3. Що обумовлює опір тканин тіла людини? 4. Які фактори впливають на зниження опору тканин людини? 5. У чому полягає біологічна дія електричних зарядів повітря на організми? 6. Що таке аероіони, псевдоаероіони, аерозолі? Механізм їх утворення. 7. Який механізм впливу аероіонів кисню на біологічні процеси?	2 бали – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. 1,5 бали – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне	4

		8. Які фактори обумовлюють кількість аероіонів у повітрі? 9. У чому полягає суть седиментаційного методу для визначення мікрофлори повітря? 10. Наведіть формулу Омелянського для розрахунку кількості клітин бактерій у повітрі. 11. Що таке рН, ОВП? У яких одиницях вимірюються? 12. Фізико-хімічні властивості «живої» і «мертвої» води. 13. Значення «живої» та «мертвої» води для різних організмів.	формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим 1 бал – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може 0,5 бали – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.	
	Практичне завдання <i>Лабораторна робота № 2</i> Визначення ОВП води і біологічних розчинів <i>Лабораторна робота № 3.</i> Вплив аероіонів на бактеріальні клітини	Передбачає проведення лабораторних робіт в аудиторії та оцінювання їх виконання Визначити ОВП та рН води, обробленої діафрагменним електролізом; порівняти отримані дані з показниками дніпровської води, водопровідної води та іншими рідинами. Приготувати «живу» та «мертву» воду за допомогою електроактиватора АП-1 Провести посів повітря седиментаційним методом в різних аудиторіях біологічного факультету. Провести іонізування засіяних чашок. Визначити кількість бактеріальних колоній, що	Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 3 бали. 3 бали – лабораторна робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні лабораторної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу. 2 бали - при виконанні лабораторної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи. 1 бал – робота виконана на 30 50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно	6

		утворились на чашках Петрі під впливом іонізатора повітря «ЕФІ-ЗН», порівняти із контрольними чашками (без іонізації). <i>Вимоги до виконання та оформлення:</i> Виконати практичну частину роботи і зробити узагальнюючі висновки; дати відповіді на теоретичні питання. Протокол лабораторної роботи оформити у форматі А4 та розмістити на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=409		
Усього за ЗМ 2	2			10
Контрольна робота № 1	1	Тестування на платформі Moodle	Тести складаються з 40 питань (вибір із множини), які оцінюються у 0,25 бали	10
3	Теоретичне завдання Опитування	<i>Питання для підготовки:</i> 1. Методи вивчення проникності клітин та тканин. 2. Мембранна теорія проникності. 3. Фазова теорія проникності. 4. Пасивний перенос речовин через біомембрани. 5. Дифузія. Види дифузії. 6. Механізм дифузії. Закон Фіка. 7. Осмос, його механізм. Рівняння Вант-Гоффа. 8. Аномальний осмос, його види. 9. Фільтрація. Рівняння Пуазейля. 10. Активний транспорт речовин. 11. Біологічні мембрани. Їх унікальність. 12. Рідинно-кристалічна структура мембран. 13. Канали пасивної проникності 14. Що таке електропровідність? 15. Що таке поляризація? Види поляризації. 16. Що таке сумарний опір тканин? Закон Ома. 17. Одиниці вимірювання електропровідності. 18. Області застосування електропровідності 19. Яким чином відбувається розподіл речовин між клітиною та навколишнім середовищем?	2 бали – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. 1.5 бали – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим 1 бал – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але	4

		20. Поверхневий заряд біомембран. 21. Яким чином розподіляються іонів в електроліті біля мембрани живої клітини? 22. Подвійний електричний шар. Рівняння визначення товщини подвійного електричного шару. 23. Сили, що діють на частинки в полі. Рівняння пондермоторних сил. 24. Що таке Доннанівська рівновага і потенціал? 25. Мембранний потенціал спокою. Рівняння Гольдмана. 26. Потенціал дії. Поріг потенціалу дії. 27. Поясніть принцип роботи Na-K насосу. 28. За яких умов виникає гіперполяризація мембрани? 29. Що таке рефрактерність натрієвих каналів.	досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може 0,5 бали – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.	
	Практичне завдання <i>Лабораторна робота № 4</i> Вивчення проникності тканин <i>Лабораторна робота № 5</i> Вивчення електропровідності біологічних розчинів	Передбачає проведення лабораторних робіт в аудиторії та оцінювання їх виконання Дослідити проникність шкіри жаби для фізіологічного розчину з індикатором -метилового синього. Дослідити проникність шкіри жаби для спиртового розчину з індикатором -метилового синього. Порівняти проникність шкіри для різних розчинів. Зробити висновки. Виміряти електропровідність органічних та неорганічних розчинів (дистильованої води, сахарози, коров'ячого та козячого молока). <i>Вимоги до виконання та оформлення:</i> Виконати практичну частину роботи і зробити узагальнюючі висновки; дати відповіді на теоретичні питання. Протокол лабораторної роботи оформити у форматі А4 та розмістити на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=409	Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 3 бали. 3 бали – лабораторна робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні лабораторної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу. 2 бали – при виконанні лабораторної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи. 1 бал – робота виконана на 30 50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно	6

Усього за ЗМ 3	2			10
4	Теоретичне завдання Опитування	<i>Питання для підготовки:</i> 1. Які процеси належать до фотобіологічних? 2. Назвіть пігменти, що приймають участь у фотобіологічних процесах. 3. Які закономірності протікання фотобіологічних процесів? 4. У чому суть фотофізичної і фотохімічної стадій фотобіологічних процесів? 5. Механізми міграції енергії електронного збудження. 6. Механізми переносу збудженого стану (обмінно-резонансний, індуктивно-резонансний) 7. Що називається реабсорбцією? 8. Елементарні фотохімічні реакції (фотодисоціація та фотоіонізація). 9. Закони фотохімії. 10. Фотооксидування, фотогідроліз, фотосенсибілізація. 11. У чому полягає явище фотодинамічного гемолізу еритроцитів? 12. Природні фотосенсибілізуючі речовини. 13. У чому проявляється дія УФ-променів на бактеріальні клітини ? 14. До яких змін у будові бактеріальної клітини призводить їх опромінення УФ-променями? 15. Коливальні та хвильові процеси у живій системі. Ядерно-магнітний резонанс.	2 бали – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. 1,5 бали – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим 1 бал – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модуля, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може 0,5 бали – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача	4

			може сформулювати лише деякі основні положення теорії.	
	Практичне завдання <i>Лабораторна робота № 6.</i> Вивчення фотодинамічного гемолізу еритроцитів <i>Лабораторна робота № 7.</i> Дія ультрафіолетового випромінювання на бактеріальні клітини	Передбачає проведення лабораторних робіт в аудиторії та оцінювання їх виконання Ознайомитись з явищем гемолізу. Вивчити процес гемолізу еритроцитів під дією освітлення за присутності барвника за допомогою ФЕКу. Визначити вплив антиоксидантів на фотодинамічний процес. Дослідити вплив дії ультрафіолетового випромінювання на ріст бактеріальних клітин фотоколориметричним методом. Побудувати калібрувальну криву. Провести опромінення ультрафіолетом клітинної суспензії з концентрацією клітин 10^9. Провести аналіз кількісних показників за допомогою ФЕКу у динаміці Зробити висновки. <i>Вимоги до виконання та оформлення:</i> Виконати практичну частину роботи і зробити узагальнюючі висновки; дати відповіді на теоретичні питання. Протокол лабораторної роботи оформити у форматі А4 та розмістити на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=409	Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 3 бали. 3 бали – лабораторна робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні лабораторної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу. 2 бали – при виконанні лабораторної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи. 1 бал – робота виконана на 30-50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно	6
Усього за ЗМ 4	2			10
Контрольна робота №2	1	Тестування на платформі Moodle	Тести складаються з 40 питань (вибір із множини), які оцінюються у 0,25 бали	10
Усього за змістові модулі конгр. заходів	10			60

8. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Екзамен	Тестування у системі СЕЗН ЗНУ	<i>Питання для підготовки:</i> 1. Предмет та методи біофізики. 2. Системи в біофізиці. Типи систем. 3. Властивості живої системи. 4. Місце біофізики в системі наук. Розділи біофізики. 5. Термодинаміка. Термодинамічна система. Теплова енергія. 6. I закон термодинаміки для ізольованих систем. 7. II закон термодинаміки. 8. Ентропія в термодинаміці. 9. Термодинамічна рівновага. 10. Ентальпія. Закон Геса. 11. Зміна вільної енергії Гельмгольца. 12. Стандартна вільна енергія Гібса. 13. Хімічний потенціал. 14. Універсальний акумулятор енергії в клітині, його структура. 15. Мітохондрії – енергетичні „станції клітини”. Синтез АТФ. 16. Енергетично спряжені системи клітини. 17. Швидкість продукції ентропії. 18. Спряжені потоки та сили в нерівноважній термодинаміці. 19. Лінійна нерівноважна термодинаміка. 20. Ентропія живих організмів. 21. Відмінності стаціонарного стану та термодинамічної рівноваги. 22. Теорема Прігожина. 23. Співвідношення взаємності Онзагера. 24. Принцип Ле-Шательє – Брауна. 25. Розподіл речовин між клітиною та навколишнім середовищем. 26. Пасивний перенос речовин через біомембрани. 27. Дифузія. Види дифузії. Механізм дифузії. Закон Фіка. 28. Осмос, його механізм. Рівняння Вант-Гоффа. 29. Аномальний осмос, його види.	80 тестових завдань – кожна правильна відповідь – 0,25 бали	20

		30.Фільтрація. Рівняння Пуазейля. 31.Активний транспорт речовин. 32.Біологічні мембрани. Їх унікальність. 33.Рідинно-кристалічна структура мембран. 34.Канали пасивної проникності. 35.Поверхневий заряд біомембран. 36.Розподіл іонів в електроліті біля мембрани живої клітини. 37.Подвійний електричний шар. Рівняння визначення товщини подвійного електричного шару. 38.Сили, що діють на частинки в полі. Рівняння пондерматорних сил. 39.Доннанівська рівновага. Доннанівський потенціал. 40.Мембранний потенціал спокою. Рівняння Гольдмана. 41.Потенціал дії. Поріг потенціалу дії. 42.Робота Na-K насосу. 43.Гіперполяризація мембрани. Рефрактерність натрієвих каналів. 44.Модель структур клітини. 45.Телеграфне рівняння. 46.Характеристика ферментів. 47.Енергетичний профіль реакції. 48.Фактори та каталітична активність ферментів. 49.Фотобіологічні процеси, їх класифікація. 50.Пігменти біологічних систем. 51.Закономірності фотобіологічних процесів. 52.Фотофізична та фотохімічна стадії фотобіологічних процесів. 53.Механізми міграції енергії електронного збудження. 54.Обмінно-резонансна та індукційно-резонансна міграція енергії. 55.Закони фотохімії. Елементарні фотохімічні реакції. 56.Хвильові процеси. 57.Електро-магнітне поле та здоров'я людини. 58.Ядерно магнітний резонанс, основні поняття. 59.Прилади для заміру ЯМР.		
	Виконання індивідуального дослідницького завдання	Індивідуальні дослідницькі завдання виконуються у вигляді есе з презентацією, за загальноприйнятими у ЗНУ вимогами до оформлення. Обсяг есе повинен складати 20-30 стор., обсяг презентації 10-15 слайдів.	Результати виконання студентом індивідуального завдання оцінюється за наступною шкалою: Вступ (1 бал): формулювання необхідності зазначених знань для	5

		Індивідуальне завдання студентів є частиною підсумкового контролю і складається зі збору та аналізу вітчизняного та зарубіжного досвіду щодо проблем і основних досягнень в області біофізики складних систем, а також в мембранній біофізиці і біотермодинаміці. Виконання індивідуального завдання сприятиме розширенню світогляду про процеси, що відбуваються в живій природі, на базі отриманих знань фундаментального біологічного курсу «Біофізика». Індивідуальне практичне завдання подається у вигляді есе з презентацією. Тему індивідуального завдання студент отримує згідно з порядковим номером в академічному журналі. Оформлюється на стандартних аркушах паперу формату А4, може бути написане зрозумілим почерком або надруковано. Обсяг роботи 10-12 сторінок. Паперовий варіант роботи містить такі розділи: • Вступ. • Основна частина. • Висновки. • Список використаної літератури (подається в алфавітному порядку). Презентація має містити 10-12 слайдів та включати такі розділи: • Основна частина. • Висновки. • Список використаних літературних джерел (подається в алфавітному порядку). Студент виконує есе та презентацію за обраною тематикою.	професійного становлення майбутнього біолога. Основна частина (1-14 балів): повнота розкриття питання (1-9 бали); цілісність, систематичність, логічна послідовність викладу (1-5 бали). Висновки (1 бал): уміння формулювати власне ставлення до проблеми, робити аргументовані висновки. Література (3 бали): наявність наукових статей та монографій. Акуратність оформлення письмової роботи (1 бал). Загальна оцінка визначається як сума балів, отриманих студентом по кожному пункту. Виконання індивідуального завдання оцінюється 0-20 балів. До складання іспиту допускаються студенти, які набрали мінімально 35 балів з 60 можливих.	
Усього за підсумковий семестровий контроль				60

9. Рекомендована література

Основна:

1. Бойко В. В., Залоїло І. А., Годлевська О. О. Практикум з біофізики : посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Ліра-К, 2017. 432.
2. Посудін Ю. І. Біофізика : підручник. Київ : Ліра-К, 2016. 472 с.
3. Сливко Е. І., Мельнікова О. З., Іванченко О. З., Біляк Н. С. Медична і біологічна фізика : навчальний посібник для студентів спеціальності 222 «Медицина». Запоріжжя, 2018. 291 с.
4. Терещенко М. Ф., Тимчик Г. С., Яковенко І. О. Біофізика : підручник. Київ : КПІ ім. І. Сікорського : Політехніка, 2019. 444 с.
5. Фізика з основами біофізики : навч. посіб. / за заг. ред. С.С. Авотіна; Харків : Харківський нац. аграр. ун-т. ім. В. В. Докучаєва. 2020. 291 с.
6. Posudin Yuriy. Physics with Fundamentals of Biophysics. Kyiv, 2016. 212 p.

Додаткова:

1. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія : підручник /під. ред. Е.І. Личковського, В.О. Тіманюк, О.В. Чалого та ін. Вінниця : Нова книга, 2014. 464 с.
2. Біофізика і біомеханіка : підручник. /під. ред. В. С. Антонюк, М. О. Бондаренко та ін. Київ : Політехніка, 2012. 344 с.
3. Гродзинський Д. М. Радіобіологія: підручник для студентів біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Київ : Либідь, 2001. 448 с.
4. Зима В. Л. Біофізика : навчальний. посібник для студ. біол., медичн. та фізичн. фак. вищих навчальних закладів. Київ : Вища школа, 2001. 128 с.
5. Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М. медична і біологічна фізика : підручник. Львів : Світ, 2003. 592 с.
6. Костюк П. Г., Зима В. Л., Магура І. С., Мірошніченко М. С. Біофізика. Київ : Видавництво «Обереги», 2001. 544 с.
7. Літнарів Р. М. Біофізика. Медична фізика, теоретична і прикладна фізика. Рівне : МЕРУ, 2011. 208 с.
8. Лопушанський Я. Й. Збірник задач і запитань з медичної і біологічної фізики. Вінниця : Нова книга, 2010. 584 с.
9. Медична та біологічна фізика. Лабораторний практикум : посібник / под. ред. Е. І. Личковського, М. А. Пайкуш, З. Я. Федорович та ін. Київ : Знання, 2012. 415 с.
10. Медична та біологічна фізика : підручник. /під. ред. О.В. Чалого, Е.І. Личковського та ін. Вінниця : Нова книга, 2013. 528 с.
11. Рильський О. Ф., Костюченко Н. І. Біофізика : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки «Біологія» денної форми навчання. Запоріжжя: ЗНУ, 2014. 48 с.

Інформаційні ресурси:

1. Біофізика. Відкритий підручник. URL: <http://build.molpit.org/pub/biophysics/tutorial.pdf>
2. Електронна наукова інтернет-бібліотека. URL: <http://lib.e-science.ru>
3. Журнал «Биофизика». URL: <https://sciencejournals.ru/journal/biofiz/>
4. Medical and biological physics (Vol. 2: Electromagnetism and optics in Medicine). 2011. URL: https://0db4a40c-a-111754dc-s-sites.googlegroups.com/a/bsmu.edu.ua/fizika-2/vidavnica-dialnist/posibniki-ta-pidrucniki/book_15.jpg?attachauth=ANoY7c
5. Medical and biological physics (Vol.3: Electromagnetism and optics in Medicine). 2013/ URL : https://0db4a40c-a-111754dc-s-sites.googlegroups.com/a/bsmu.edu.ua/fizika-2/vidavnica-dialnist/posibniki-ta-pidrucniki/book-2013_1.jpg?attachauth=ANoY7c
6. Посудін Ю. І. Фізика з основами біофізики : підручник. Київ : Світ, 2003. URL : <https://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/24506>