

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**Методичні вказівки  
до самостійної роботи студентів  
з вивчення дисципліни  
«Основи біофізики та біомеханіки людини»  
для студентів напряму підготовки  
«Радіоелектронні апарати»**

Вінниця  
ВНТУ  
2017

Рекомендовано до друку Методичною радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 8 від 21.04.2016 р.)

Рецензенти:

**А. А. Шиян**, кандидат фізико-математичних наук, професор

**О. О. Ткачук**, кандидат біологічних наук, доцент

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з вивчення дисципліни «Основи біофізики та біомеханіки людини» для студентів напряму підготовки «Радіоелектронні апарати» / Уклад. Д. Х. Штофель. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 20 с.

Методичні вказівки містять рекомендації до самостійної підготовки студентів з дисципліни «Основи біофізики та біомеханіки людини» в позааудиторний час. Наведено перелік питань з кожної теми та відповідний список літератури для самостійної роботи студентів. Наведено відомості щодо організації вивчення дисципліни. Наведено вимоги до написання контрольної роботи для студентів заочної форми навчання та виконання інших індивідуальних завдань.

Методичні вказівки призначені для студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавра за напрямом підготовки 6.050902 – «Радіоелектронні апарати» денної та заочної форм навчання.

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Мета й організація вивчення дисципліни .....	5
2 Зміст дисципліни .....	7
2.1 Інформаційний обсяг навчальної дисципліни .....	7
2.2 Питання, винесені на самостійну роботу студентів.....	9
3 Завдання для самостійної та індивідуальної роботи студентів .....	11
3.1 Завдання для самостійної роботи студентів у формі реферату .....	11
3.2 Приклад розв'язування задач .....	12
4 Тестові завдання .....	14
5 Написання контрольної роботи (для студентів заочної форми навчання) .....	17
Перелік рекомендованої літератури.....	18

## ВСТУП

Самостійна робота студента (СРС) – це форма організації навчального процесу, при якій заплановані завдання виконуються студентом під методичним керівництвом викладача, але без його безпосередньої участі. СРС є основним засобом засвоєння навчального матеріалу під час позааудиторної навчальної роботи. СРС спрямована на закріплення теоретичних знань, отриманих студентами за час навчання, їх поглиблення, набуття і удосконалення практичних навичок та умінь відповідно до вибраного напрямку підготовки.

Самостійна робота студентів містить:

- підготовку до аудиторних занять (лекцій, лабораторних);
- виконання завдань з навчальної дисципліни протягом семестру;
- роботу над окремими темами навчальних дисциплін, які згідно з робочою програмою навчальної дисципліни винесені на самостійне опрацювання;
- підготовку до всіх видів контрольних випробувань, у тому числі до модульних і комплексних контрольних робіт;
- підготовку до підсумкової державної атестації, у тому числі й виконання випускної кваліфікаційної роботи відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня.

Самостійна робота студента над засвоєнням навчального матеріалу з дисципліни може виконуватися у бібліотеці, навчальних кабінетах і лабораторіях, комп'ютерних класах, а також в домашніх умовах.

У необхідних випадках ця робота проводиться згідно із заздалегідь складеним графіком, що гарантує можливість індивідуального доступу студента до потрібних дидактичних засобів.

Графік доводиться до відома студентів на початку поточного семестру. Згідно з навчальним планом напряму підготовки 6.050902 – «Радіоелектронні апарати» (освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр) вивчення дисципліни «Основи біофізики та біомеханіки людини» здійснюється в першому семестрі, протягом якого для СРС заплановано 60 годин.

Для полегшення самостійної роботи над підручниками та навчальними посібниками програма курсу поділена на окремі теми. До кожної теми наведені конкретні запитання для самостійної перевірки, які служать водночас для орієнтації студента на найбільш важливі питання кожної теми.

## 1 МЕТА Й ОРГАНІЗАЦІЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета викладання дисципліни «Основи біофізики та біомеханіки людини» («ОБФтаБМЛ»)** – це вивчення фізичних основ життєдіяльності та функціонування організму людини.

**Завдання** вивчення дисципліни як складової циклу навчальних дисциплін професійної та практичної підготовки полягає у формуванні уявлення про специфіку галузі та покращення навичок, пов'язаних із подальшою професійною діяльністю.

Студент повинен **знати**: матеріал програми курсу «Основи біофізики та біомеханіки людини», загальні властивості живого, молекулярні основи організації життя; будову та властивості біологічних мембран, механізм виникнення і розповсюдження нервового імпульсу та власних біогенних фізичних полів; характер впливу на організм людини зовнішніх фізичних полів; біофізику складних систем; біофізичні та біомеханічні основи м'язового скорочення, кровообігу, дихання, властивості біологічних матеріалів; особливості статички та кінематики тіла людини; характер впливу зовнішніх механічних чинників.

Студент повинен **уміти**: логічно та послідовно викласти засвоєний ним матеріал, використовувати під час відповіді схеми, діаграми та інші унаочнення, робити самостійні науково обґрунтовані висновки та узагальнення, аргументовано відстоювати свою точку зору та міркування, описувати будову і функції клітинних мембран, досліджувати біофізичні характеристики м'язової, дихальної системи, кровообігу, розраховувати вплив фізичних полів на організм людини; моделювати основні біологічні, біофізичні, соціальні процеси; проводити статичні та динамічні розрахунки для тіла людини; вибрати необхідні для проведення тих чи інших досліджень технічні засоби.

На позааудиторну роботу виноситься вивчення окремих питань курсу та опрацювання проблемних завдань, написання контрольної роботи (для студентів заочної форми навчання), підготовка до лабораторних робіт, колоквиумів, тестування, іспиту, написання рефератів, розв'язування задач, виконання інших індивідуальних завдань.

За рішенням кафедри та за узгодженням з викладачем і науковим керівником студенти можуть готувати доповіді на щорічну «Науково-технічну конференцію ВНТУ» та займатись науково-дослідною діяльністю за тематикою дисципліни.

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час виконання та захисту лабораторних робіт, колоквиумів, тестування, іспиту.

Форма підсумкового контролю – іспит, який складається лекторові за присутності асистента. Для студентів заочної форми навчання передбачено виконання 1 контрольної роботи.

Розподіл балів з дисципліни «ОБФтаБМЛ» поданий в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Розподіл балів з дисципліни «Основи біофізики та біомеханіки людини» протягом семестру

Поточне тестування та самостійна робота											Підсумковий тест (іспит)	Сума		
Модуль 1						Модуль 2					26	100		
Змістовий модуль № 1						Змістовий модуль № 2								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11			T12	T13
37						37								

T1, T2 ... T13 – теми змістових модулів

Самостійна робота оцінюється на основі виконання певних індивідуальних завдань. На оцінювання індивідуальних завдань СРС робочою програмою навчальної дисципліни «ОБФтаБМЛ» виділено 6 балів – по 3 у кожному модулі. Крім того, СРС оцінюється при проведенні поточного, модульного та підсумкового контролю.

Співвідношення підсумкової кількості балів та оцінки за міжнародною і національною шкалою наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Шкала оцінювання знань здобувачів вищої освіти

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
75 – 81	C	
64 – 74	D	задовільно
60 – 63	E	
35 – 59	FX	незадовільно, з можливістю повторного складання (допущений до іспиту)
0 – 34	F	незадовільно, з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 2 ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1 Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1. Основи фізики життя і здоров'я людини

##### Тема 1. Фізичні основи життя.

Жива і нежива матерія. Властивості та основні ознаки живого. Біофізика та біомеханіка як науки. Предмет та область вивчення біофізики та біомеханіки. Історія розвитку цих наук. Органічні молекули. Хімічна взаємодія та зв'язки в макромолекулах. Вуглеводи, жири та їх властивості. Фізичні методи дослідження біофізичних властивостей макромолекул.

##### Тема 2. Білки та нуклеїнові кислоти.

Амінокислоти. Будова і функції білка. Структури білків. Білкові глобули. Антитіла й антигени. Дезоксорибонуклеїнові (ДНК) та рибонуклеїнові (РНК) кислоти. Будова і властивості нуклеотидів. Структура і властивості ДНК як основного носія генетичної інформації. Редуплікація ДНК. Види і функції РНК. Біосинтез білків.

##### Тема 3. Біофізика мембран.

Будова і властивості клітинних мембран. Рухливість молекул в мембранах. Пасивний та активний транспорт через мембрану. Ліпідні пори і проникність мембран. Натрієво-калієвий насос. Методи дослідження біологічних мембран. Штучні мембрани.

##### Тема 4. Біофізика нервового імпульсу.

Фізична основа нервового імпульсу. Біоелектричні потенціали. Поляризація та деполіаризація мембрани. Механізм генерації нервового імпульсу. Розповсюдження нервового імпульсу. Іонні канали та синаптична передача імпульсу. Вплив будови нервового волокна на швидкість передачі нервового імпульсу. Біофізичні основи імітації нервового імпульсу.

##### Тема 5. Вплив фізичних полів на організм людини.

Взаємодія електромагнітних випромінювань із живою тканиною. Радіоактивні та іонізуючі випромінювання і їх вплив на організм людини. Дозування радіаційного випромінювання. Природний радіаційний фон та його зміни. Електромагнітні та радіоактивні випромінювання в медицині, їх терапевтичний ефект.

##### Тема 6. Власні випромінювання біологічних об'єктів.

Види фізичних полів організму людини, їх джерела та інтенсивність. Електричні поля внутрішніх органів. Магнітні поля. Інфрачервоне випромінювання. Оптичні та акустичні поля людини. Біофізичні основи електрокардіографії та електроенцефалографії. НВЧ-випромінювання біоб'єктів.

##### Тема 7. Біофізика складних систем.

Моделювання в біологічних системах. Математичні моделі розвитку популяцій. Фармакокінетичні моделі. Автоматична регуляція в живих системах. Термодинаміка біологічних процесів. Ентропія та ентальпія біологічної системи. Біологічна кібернетика. Інформація та інформаційні потоки в

організмі. Ритмічні, коливальні та автохвильові процеси. Стохастичні процеси і фазові переходи в біологічних системах.

## **Змістовий модуль 2. Біомеханіка тіла людини**

Тема 8. Біомеханіка м'язового скорочення.

Будова м'язів та м'язових білків. Модель м'язових ниток. Біофізика м'яза. Механохімічна система м'язового волокна. Потужність скорочення м'яза. Рівняння Хіла. Сила м'яза. Моделювання м'язового скорочення. Електромеханічна взаємодія в м'язі.

Тема 9. Властивості біологічних матеріалів.

Механічні властивості м'яких, твердих та рідких біоматеріалів та тканин. Біореологія. Основи біостатики. Біомеханічні властивості кісток. В'язкість крові. Механічні коливання.

Тема 10. Кінематика і динаміка опорно-рухового апарату.

Кінематичні ланцюги. З'єднання кісток та м'язів. Біомеханічна класифікація рухового апарату людини. Біомеханічні характеристики руху. Закономірності антропометричної будови тіла людини. Кінематика і динаміка опорно-рухового апарату. Особливості рухового апарату верхніх та нижніх кінцівок. Біомеханіка хрящів та суглобів.

Тема 11. Біомеханіка кровообігу.

Механіка серцевих скорочень. Рух крові по судинах; пульсова хвиля; кров'яний тиск. Моделювання серцево-судинної системи: історія розвитку та сучасний стан. Модель Франка. Гідродинамічний опір судинної системи, деформація судин, швидкість кровотоку. Неоднорідності кровеносного русла. Явище турбулентності та зміни профілю швидкості крові. Теплова модель людини і тепловий баланс. Гіпертермія та гіпотермія.

Тема 12. Біомеханіка дихання.

Дифузія газів і процес дихання. Легенева вентиляція, фази дихального циклу. Механічні властивості легень. Легеневі об'єми і ємності. Механіка вентиляції легень; робота дихання. Порушення і методи дослідження механіки дихання.

Тема 13. Механічні впливи на організм людини.

Сили, що діють на людину в просторі. Вплив вібрацій, прискорень та ударних навантажень на організм людини. Фізіологічні механізми захисту від механічних пошкоджень. Класифікація і характеристики вібраційних навантажень. Терапевтичний вплив вібрацій. Тискові навантаження та їх вплив на внутрішнє середовище організму. Звукові впливи на організм людини. Характеристики звуку. Механічні властивості слухового аналізатора. Біофізика та біомеханіка зору. Механічна модель тіла людини. Вплив інфразвуку та ультразвуку. Перебування людини у стані невагомості. Космічна медицина.



## 2.2 Питання, винесені на самостійну роботу студентів

У зв'язку з обмеженим обсягом лекційних аудиторних годин деякі питання з кожної теми виносяться на самостійне опрацювання. Перелік таких питань подано у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Питання дисципліни «ОБФтаБМЛ», які винесені на самостійне опрацювання здобувачами вищої освіти

Питання, які винесені на СРС	Кількість годин
1	2
Тема 1. Фізичні основи життя. Біофізика та біомеханіка як науки [1, 2]. Предмет та область вивчення біофізики та біомеханіки. Історія розвитку цих наук [1, 3]. Хімічна взаємодія та зв'язки в макромолекулах. Фізичні методи дослідження біофізичних властивостей макромолекул [4].	3
Тема 2. Білки та нуклеїнові кислоти [5, 6]. Білкові глобули. Антитіла й антигени. Будова і властивості нуклеотидів. Структура і властивості ДНК як основного носія генетичної інформації.	3
Тема 3. Біофізика мембран [4]. Ліпідні пори і проникність мембран. Натрієво-калієвий насос. Методи дослідження біологічних мембран. Штучні мембрани.	4
Тема 4. Біофізика нервового імпульсу [5, 7]. Фізична основа нервового імпульсу. Вплив будови нервового волокна на швидкість передачі нервового імпульсу. Іонні канали та синаптична передача імпульсу. Біофізичні основи імітації нервового імпульсу.	4
Тема 5. Вплив фізичних полів на організм людини [9–12]. Дозування радіаційного випромінювання. Природний радіаційний фон та його зміни. Електромагнітні та радіоактивні випромінювання в медицині, їх терапевтичний ефект.	4
Тема 6. Власні випромінювання біологічних об'єктів [5, 13]. Види фізичних полів організму людини, їх джерела та інтенсивність. Біофізичні основи електрокардіографії та електроенцефалографії. НВЧ-випромінювання біоб'єктів.	4
Тема 7. Біофізика складних систем [1, 4, 8]. Біологічна кібернетика. Інформація та інформаційні потоки в організмі. Ентропія та ентальпія біологічної системи [14]. Ритмічні, коливальні та автохвильові процеси. Стохастичні процеси і фазові переходи в біологічних системах.	8

Продовження таблиці 2.1

1	2
Тема 8. Біомеханіка м'язового скорочення [4, 5, 8]. Будова м'язів та м'язових білків. Моделювання м'язового скорочення. Механохімічна система м'язового волокна. Електромеханічна взаємодія в м'язі.	4
Тема 9. Властивості біологічних матеріалів [3, 15]. Основи біостатики. Біомеханічні властивості кісток. В'язкість крові. Механічні коливання.	3
Тема 10. Кінематика і динаміка опорно-рухового апарату [3, 16, 17]. Біомеханічна класифікація рухового апарату людини. Кінематика і динаміка опорно-рухового апарату. Особливості рухового апарату верхніх та нижніх кінцівок. Біомеханіка хрящів та суглобів.	4
Тема 11. Біомеханіка кровообігу [18, 19]. Моделювання серцево-судинної системи: історія розвитку та сучасний стан. Неоднорідності кровоносного русла. Явище турбулентності та зміни профілю швидкості крові. Гіпертермія та гіпотермія.	8
Тема 12. Біомеханіка дихання [3, 20]. Легеневі об'єми і ємності. Механіка вентиляції легень; робота дихання. Порушення і методи дослідження механіки дихання.	4
Тема 13. Механічні впливи на організм людини [20–22]. Сили, що діють на людину в просторі. Класифікація і характеристики вібраційних навантажень. Терапевтичний вплив вібрацій. Механічна модель тіла людини. Тискові навантаження та їх вплив на внутрішнє середовище організму. Вплив інфразвуку та ультразвуку. Перебування людини у стані невагомості. Космічна медицина.	7
Усього годин	60

Самостійне опрацювання наведених тем здобувачем вищої освіти здійснюється з використанням джерел, наведених у переліку рекомендованої літератури. Всі вони наявні у «Науково-технічній бібліотеці ВНТУ» або в електронній бібліотечці кафедри БМІ. Деякі з джерел доступні в мережі Інтернет.

### **3 ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

В процесі вивчення дисципліни «Основи біофізики та біомеханіки людини» здобувачі вищої освіти самостійно вирішують такі завдання: опрацьовують теоретичний матеріал; здійснюють аналіз літератури за темами; розв'язують задачі, виконують індивідуальні завдання у формі есею, опрацьовують матеріал у вигляді рефератів.

#### **3.1 Завдання для самостійної роботи студентів у формі реферату**

Індивідуальні завдання для написання рефератів.

1. Межа живої та неживої матерії.
2. Фізичні методи дослідження органічних молекул.
3. Структура білка.
4. Принцип кодування інформації у ДНК.
5. Електропровідність біологічних тканин.
6. Джерела власних фізичних полів організму людини.
7. Біофізичні основи слуху.
8. Біофізичні основи зору.
9. Синергетика біологічної системи.
10. Біомеханічні властивості кісток.
11. Теплова модель людини і тепловий баланс.
12. Біомеханічні властивості серця і судин.
13. Сили, що діють на людину в просторі.
14. Вплив прискорень та ударних навантажень на організм людини.
15. Методи дослідження механіки дихання.
16. Звукові впливи на організм людини.
17. Механічна модель тіла людини.
18. Вплив інфразвуку та ультразвуку на людину.
19. Перебування людини у стані невагомості.
20. Механічні властивості біологічних матеріалів.

Вимоги до виконання і оформлення реферату:

- 1) обсяг реферату повинен бути 5...10 сторінок А4;
- 2) в рефераті повинно бути розкрито індивідуальну тему СРС на основі опрацювання не менш як 3 джерел (книжок, наукових статей, статей в Інтернеті з автором);
- 3) використані джерела інформації повинні бути опубліковані за останні 20 років. Вони зазначаються наприкінці реферату після заголовка «Використані джерела» у порядку появи посилань на них у тексті. Посилання у тексті є обов'язковими і проставляються у квадратних дужках. Оформлення посилань повинно відповідати ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 [23];
- 4) реферат починається з титульної сторінки, на якій вказують університет, факультет, кафедру, тему реферату та назву дисципліни, прізвища та

ініціали студента й викладача, місто та рік виконання реферату. Зміст оформляється за бажанням здобувача вищої освіти;

5) параметри оформлення рефератів: лівий берег сторінки 2,5 см, решта – по 1,5 см, міжрядковий інтервал строго одиничний, абзацний відступ – 1 см, центрування тексту – по ширині, шрифт Times New Roman, кегль 14;

6) рисунки і формули за необхідності слід вставляти з нового рядка, розташування – по центру. Рисунки повинні бути підписані, а всі умовні позначення, що входять до складу формули, – розшифровані.

Максимальна кількість балів за індивідуальну СРС у формі реферату – 3 бали. Критерії оцінювання реферату подано у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Критерії оцінювання СРС у формі реферату

Критерій оцінювання	Бали
<b>Оформлення</b>	
Додержано всіх вимог щодо оформлення реферату та його обсягу	0,5
Додержано всіх вимог щодо оформлення посилань на джерела	0,5
<b>Зміст</b>	
Зміст есею не відповідає темі	0
Зміст відповідає темі, але тема розкрита поверхово, або в рефераті наявні помилки та неточності при її описі	1
Тема розкрита повністю	2
<b>Усього</b>	<b>3</b>

### 3.2 Приклади розв'язування задач

Під час розв'язування задач з біофізики та біомеханіки рекомендується користуватись посібниками [4, 24, 25].

3.2.1 Знайдіть час, за який молекула фосфоліпиду пройде шлях в 1 мм поверхнею клітинної мембрани внаслідок латеральної дифузії, якщо площа молекули  $2 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$ , а частота її переміщень  $4 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1}$ .

#### *Розв'язання*

Для розв'язання задачі використаємо формулу Ейнштейна  $S = 2\sqrt{Dt}$ , де  $S$  – шлях,  $D$  – коефіцієнт латеральної дифузії,  $t$  – час. Частота переміщень молекули  $\nu$  визначається за формулою  $\nu = 2\sqrt{3} \frac{D}{a}$ , де  $a$  – площа, яку займає молекула на поверхні мембрани.

Прирівняємо між собою коефіцієнти латеральної дифузії  $D$  з кожної формули:

$$D = \frac{S^2}{4t}, \quad D = \frac{\nu a}{2\sqrt{3}}; \quad \frac{S^2}{4t} = \frac{\nu a}{2\sqrt{3}} \rightarrow t = \frac{\sqrt{3}S^2}{2\nu a}.$$

Підставимо в одержану формулу числові значення:

$$t = \frac{\sqrt{3}S^2}{2va} = \frac{\sqrt{3} \cdot (10^{-3} \text{ м})^2}{2 \cdot 4 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1} \cdot 2 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2} \approx 10^6 \text{ с}.$$

Таким чином, шлях в 1 мм молекула подолає за  $10^6$  с або 277,78 годин.

3.2.2 Обчислити величини потенціалів спокою клітин гігантського аксона при температурах  $25^\circ\text{C}$  і  $6^\circ\text{C}$ . Концентрація йонів калію в аксоні 410 мг·йон/кг, а концентрація йонів калію поза аксоном 28 мг·йон/кг.

#### Розв'язання

Величина мембранного потенціалу клітини визначається різницею потенціалів між середовищами всередині клітини і поза нею. При збереженні рівноваги Доннана виконується співвідношення

$$E_M = \frac{RT}{F} \ln \frac{[K]_{in}}{[K]_{out}},$$

де  $[K]_{in}$  і  $[K]_{out}$  – концентрації калію всередині та зовні клітини, відповідно;

$R$  – універсальна газова стала;

$F$  – число Фарадея.

Врахувавши, що  $25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$ , а  $6^\circ\text{C} = 279 \text{ K}$ , за формулою визначаємо значення мембранних потенціалів.

Отже,  $E(25^\circ\text{C}) = 68,8 \text{ мВ}$ ;  $E(6^\circ\text{C}) = 64,4 \text{ мВ}$ .

3.2.3 М'язове волокно довжиною 8 см і діаметром 2 мм розтягнуте силою 150 мН. На скільки зміниться при цьому бічна поверхня волокна? Коefіцієнт Пуассона рівний 0,5, модуль Юнга 0,9 МПа.

#### Розв'язання

Закон Гука для розтягу  $\sigma = E\varepsilon$ . Нормальне напруження  $\sigma = \frac{F}{S} = \frac{4F}{\pi D^2}$ .

Відносне видовження  $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$ . Перепишемо закон Гука як  $\frac{4F}{\pi D^2} = E \frac{\Delta L}{L}$ ,

звідки  $\Delta L = \frac{4FL}{E\pi D^2}$ . Тоді  $\varepsilon_1 = \mu\varepsilon_D$ , а  $\varepsilon_D = \frac{\Delta D}{D}$ . Звідки

$\Delta D = \frac{D\varepsilon_1}{\mu} = \frac{4FD}{E\pi D^2\mu} = \frac{4F}{E\pi D\mu}$ . Площа бокової поверхні волокна до розтяг-

нення  $S_1 = \pi DL$ . Площа бокової поверхні після розтягнення складе

$S_2 = \pi(D - \Delta D)(L + \Delta L) = \pi(DL + D\Delta L - \Delta DL - \Delta D\Delta L) = \pi(DL + D\Delta L - \Delta DL)$

(добутком малих величин  $\Delta D\Delta L$  можна знехтувати). Таким чином,

$\Delta S = S_2 - S_1 = \pi(D\Delta L - \Delta DL) = \pi\left(\frac{4FL}{E\pi D} - \frac{4FL}{E\pi D\mu}\right) = \frac{4FL}{ED}\left(1 - \frac{1}{\mu}\right)$ . Підставив-

ши числові значення, одержимо відповідь:  $\Delta S = -2,6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ . Тобто, площа бічної поверхні волокна зменшилась на  $26 \text{ мм}^2$ .

## 4 ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

У цьому розділі наведені зразки тестових завдань для підготовки до контрольних тестувань. Кожне тестове завдання містить запитання та чотири варіанти відповіді на нього. У кожному завданні є тільки одна правильна відповідь. Якщо Вам здається, що правильними є кілька відповідей, то потрібно вибрати той варіант, який найповніше відповідає на поставлене запитання. Якщо при вирішенні тестового завдання у Вас виникають труднощі, спробуйте скористатись методом відкидання неправильних варіантів відповідей. Відсіявши завідомо неправильні варіанти, одержите правильну відповідь.

1. Заповніть пропуск: «Живі організми— це ... саморегульовані системи».

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| 1) термодинамічні; | 3) детерміновані; |
| 2) самодостатні;   | 4) відкриті.      |

2. Визначте групу, до якої входять лише мікроелементи:

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1) F, Ca, Zn, Mn; | 3) Br, Fe, Na, F; |
| 2) B, Zn, K, P;   | 4) Br, F, Zn, B.  |

3. До основних функцій біологічних мембран не належить:

- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| 1) енергетична; | 3) механічна; |
| 2) бар'єрна;    | 4) матрична.  |

4. Молекули ліпідів складаються з:

- 1) гідрофільної головки та гідрофобних хвостів;
- 2) гідрофобної головки та гідрофільних хвостів;
- 3) гідрофільних головки та хвостів;
- 4) гідрофобних головки та хвостів.

5. Редуплікація молекули ДНК відбувається

- 1) під час поділу клітини;
- 2) під час синтезу білка;
- 3) внаслідок дії високих температур ДНК;
- 4) внаслідок пошкодження мембрани клітини.

6. Вкажіть трикутник Ейнсхедвена:

- 1) права рука – ліва нога – права нога;
- 2) права рука – ліва рука – права нога;
- 3) права рука – ліва рука – ліва нога;
- 4) ліва рука – права нога – ліва нога.

7. Як впливає мієлінова оболонка аксона на проходження нервового імпульсу?

- 1) пришвидшує; 2) уповільнює; 3) підсилює; 4) ніяк не впливає.

8. Яке твердження справедливе?

- 1) автохвилі відбиваються від перешкод;  
2) автохвиля в однорідному середовищі поширюється нерівномірно;  
3) автохвилі інтерферують на отворах;  
4) автохвиля не затухає.

9. Яку кількість енергії може акумулювати та передавати 1 молекула АТФ?

- 1) 20 кДж; 3) 40 кДж;  
2) 30 кДж; 4) 50 кДж.

10. Інтегральний електричний вектор серця – це:

- 1) проекція дипольного моменту на умовні осі – відведення;  
2) напрямок поширення нервового імпульсу в пучку Гіса;  
3) усереднена різниця потенціалів всіх відведень;  
4) дипольний момент точкового диполя струму.

11. Організм людини найбільш стійкий до дії ударних навантажень:

- 1) у вертикальній площині; 3) в лицьовій площині;  
2) в бічній площині; 4) стійкість приблизно рівна.

12. Як залежить швидкість одиночного скорочення м'яза від навантаження?

- 1) не залежить; 3) прямо пропорційно;  
2) параболічно; 4) обернено пропорційно.

13. При високих прискореннях порушення зору передують:

- 1) смерті; 3) порушенню дихання;  
2) порушенню слуху; 4) втраті свідомості.

14. Два звукові сигнали сприймаються окремо, якщо інтервал між ними складає

- 1) 0,5...1 мс; 3) 20...30 мс;  
2) 2...5 мс; 4) 100...150 мс.

15. В'язкий компонент у фізичній моделі м'яза зображується як

- 1) пружина; 3) резистор;  
2) демпфер; 4) конденсатор.

16. Яка кров має найбільшу в'язкість?

- 1) артеріальна; 3) кров у капілярах;  
2) венозна; 4) в'язкість приблизно однакова.

17. Інструментальна реєстрація процесів дихання називається

- 1) альвеографія; 3) спірографія;  
2) лангіографія; 4) плетизмографія.

18. Вібрація як засіб передачі інформації застосовується у

- 1) побутовій апаратурі; 3) діагностичній апаратурі;  
2) терапевтичній апаратурі; 4) системах людина–машина.

19. Чим більше умов зв'язку в кінематичній парі, тим...

- 1) довший кінематичний ланцюг; 3) менший ступінь вільності;  
2) коротший кінематичний ланцюг; 4) більший ступінь вільності.

20. З підвищенням частоти дихання аеродинамічний опір в повітряно-носних шляхах

- 1) зростає; 3) не змінюється;  
2) зменшується; 4) коливається.

Відповіді на запропоновані тестові завдання наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Ключ для визначення правильних відповідей на тестові завдання

Завдання	Правильна відповідь	Завдання	Правильна відповідь
1	4	11	1
2	4	12	4
3	1	13	4
4	1	14	2
5	1	15	2
6	3	16	2
7	1	17	3
8	4	18	4
9	3	19	3
10	4	20	1



## **5 НАПИСАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ (для студентів заочної форми навчання)**

Згідно з робочим навчальним планом та робочою програмою навчальної дисципліни студентами заочної форми навчання за індивідуальними завданнями виконується контрольна робота, яка присвячена опрацюванню питань, пов'язаних з будовою та функціонуванням організму людини.

Контрольна робота складається з теоретичної та практичної частин, а зміст її полягає в розкритті певної теми, вивченні та узагальненні матеріалу літературних джерел, проведення класифікації методів дослідження, засобів досліджень, фізичних принципів функціонування біологічних систем, створення схем, таблиць та рисунків, що ілюструють певну тему.

Зміст роботи та відповіді на поставлені у ній запитання повинні максимально повно відображати сучасні наукові знання за вибраною темою.

В кінці контрольної роботи обов'язково наводиться перелік використаної літератури та джерел. Не допускається використання науково-популярної літератури, шкільних підручників, статей з енциклопедій. При посиланні на інформацію з Інтернету необхідно подати посилання на сайти (web-адреси статей).

Практична частина контрольної роботи присвячена розв'язуванню задач з біофізики та біомеханіки (див. підрозділ 3.2 цих методичних вказівок).

Теми контрольних робіт затверджуються на засіданні кафедри.

Контрольна робота виконується на аркушах білого паперу формату А4. Перший аркуш – титульний, на якому обов'язково зазначається назва університету, факультету та кафедри, тема роботи, дисципліна «Основи біофізики та біомеханіки людини», прізвища й ініціали студента та викладача, місто і рік написання роботи.

Текст набирається з використанням шрифту Times New Roman, кегль 14 з одиничним міжрядковим інтервалом.

Теоретична частина роботи повинна мати обсяг 10–15 сторінок і може містити рисунки, таблиці, формули. Великі рисунки, фотосвітлини та інші об'ємні ілюстративні матеріали слід виносити в додатки.

Обсяг практичної частини складає 2–5 сторінок і повинен містити результати виконання індивідуального практичного завдання, зміст якого розкривається викладачем.

Контрольна робота повинна бути виконана, зареєстрована в деканаті та на кафедрі і здана до початку екзаменаційно-залікової сесії.

## ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волькенштейн М. В. Биофизика : учеб. руководство / Волькенштейн М. В. – [2-е изд., перераб. и доп.] – М. : Наука, 1988. – 592 с.
2. Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики / Эрвин Шредингер. – М. : РИМИС, 2009. – 176 с.
3. Костюк І. В. Введення в біомеханіку : навчальний посібник / Костюк І. В. – Львів : Львівська політехніка, 2000. – 224 с.
4. Биофизика : учеб. для студ. / под ред. проф. В. Ф. Антонова. – [2-е изд., испр. и доп.] – М. : ВЛАДОС, 2003. – 288 с.
5. Азнакаєв Е. Г. Біофізика : навчальний посібник / Азнакаєв Е. Г. – К. : НАУ, 2005. – 308 с.
6. Тиманюк В. А. Биофизика : учебник для студ. вузов / Тиманюк В. А. – Х. : НФАУ ; Золотые страницы, 2003. — 704 с.
7. Біофізика і біомеханіка : підручник / [В. С. Антонюк, М. О. Бондаренко, В. А. Ващенко та ін.] – К. : Політехніка, 2012. – 344 с.
8. Біофізика : підручник / [П. Г. Костюк, В. Л. Зима, І. С. Магура та ін.] ; під ред. П. Г. Костюка. – К. : Обереги, 2001. – 544 с.
9. Кудряшов Ю. Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) / Кудряшов Ю. Б. ; под ред. В. К. Мазурика, М. Ф. Ломанова. – М. : Физматлит, 2004. – 448 с.
10. Акопян В. Б. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами / В. Б. Акопян, Ю. А. Ершов. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 224 с.
11. Исследования взаимодействия электромагнитных волн миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов с биологическими объектами : сборник научных трудов / под ред. В. П. Шестопалова. – К. : Наукова думка, 1989. – 142 с.
12. Давиденко В. М. Радіобіологія / Давиденко В. М. – Миколаїв : МДАУ, 2011. – 265 с.
13. Григор'єва Л. І. Основы біофізики і біомеханіки [Електронний ресурс] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін ; Чорноморський державний університет імені Петра Могили. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили. – Режим доступу : <http://lib.chdu.edu.ua/index.php?m=2&b=309>.
14. Опритов В. А. Энтропия биосистем / В. А. Опритов // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 6. – С. 33–38.
15. Бегун П. И. Биомеханика : учебник для вузов / П. И. Бегун, Ю. А. Шукейло. – СПб. : Политехника, 2000. – 463 с.
16. Дубровский В. И. Биомеханика : учеб. для сред. и высш. учеб. заведений / В. И. Дубровский, В. Н. Федорова. – М. : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 672 с.
17. Бегун П. И. Моделирование в биомеханике : учеб. пособие / П. И. Бегун, П. Н. Афонин. – М. : Высшая школа, 2004. – 390 с.

18. Парашин В. Б. Биомеханика кровообращения / В. Б. Парашин, Г. П. Иткин. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 224 с.
19. Механика кровообращения / [Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У.] – М. : Мир, 1981. – 624 с.
20. Бранков Г. Основы биомеханики / Георги Бранков ; пер. с болг. – М. : Мир, 1981. – 255 с.
21. Кизилова Н. Н. Биомеханика : конспект лекций [Электронный ресурс] / Кизилова Н. Н. – Харьков : ХТУРЭ, 1999. – 108 с. – Режим доступа : <http://theormech.univer.kharkov.ua/biocons0.html>.
22. Носко М. О. Класифікація фізичних вправ відносно вектора гравітації / М. О. Носко // Педагогіка, психологія та медико–біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2001. – № 20. – С. 31–41.
23. ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Бібліографічний запис, бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання : методичні рекомендації з впровадження / Уклад. Галевич О. К., Штогрин І. М. – Львів, 2008. – 20 с.
24. Зима В. Л. Біофізика: збірник задач : навчальний посібник / Зима В. Л. – К. : Вища школа, 2001. – 124 с.
25. Биологическая физика : методические указания / состав. А. С. Белановский. – [4-е изд., стереотипное]. – М. : ФГСОУ ВПО МГАВ-МиБ, 2011. – 84 с.

*Навчальне видання*

Методичні вказівки  
до самостійної роботи студентів з вивчення дисципліни  
«Основи біофізики та біомеханіки людини» для студентів  
напряму підготовки  
«Радіоелектронні апарати»

Редактор В. Дружиніна  
Коректор З. Поліщук

Укладач Штофель Дмитро Хуанович

Оригінал-макет підготовлено Д. Штофелем

Підписано до друку 12.05.2017 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 2,4.  
Наклад 40 пр. Зам. № 2017-110.

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95,  
м. Вінниця, 21021.  
Тел. (0432) 59-85-32, 59-81-59,  
**press.vntu.edu.ua**,  
*E-mail*: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.