

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра фізики (№ 505)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми



(підпис)

А.І. Трунова

(ініціали та прізвище)

«29» серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ФІЗИКА**

**Галузь знань:** 16 "Хімічна та біоінженерія"  
(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність:** 163 "Біомедична інженерія"  
(код та найменування спеціальності)

**Освітня програма:** Біомедична інженерія  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2022 рік**

Робоча програма з **фізики**  
(назва дисципліни)  
для студентів за спеціальністю: 163 «Біомедична інженерія»  
освітньою програмою: «Біомедична інженерія».

« 25 » серпня 2022 р.

« 25 » серпня 2022 р., – 12 с.

Розробник: Чугай О.М., проф. к. № 505, д.т.н.  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)

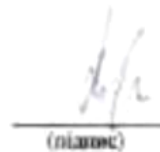


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри фізики (505)  
(назва кафедри)

Протокол № 2 від « 25 » серпня 2022 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.  
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

**А.О. Таран**  
(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів: 5	<b>Галузь знань</b> <b>16 «Хімічна та біоінженерія»</b> <small>(шифр та найменування)</small>  <b>Спеціальність</b> <b>163 «Біомедична інженерія»</b> <small>(код та найменування)</small>  <b>Освітня програма</b> <b>Біомедична інженерія</b> <small>(найменування)</small>  <b>Рівень вищої освіти:</b>  перший (бакалаврський)	Цикл загальної підготовки
Кількість модулів: 1		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів: 2		2022/2023
Індивідуальне завдання: <u>відсутнє</u>		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин: 80 / 150		2-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 4,375		<b>Лекції*</b>
		40 годин
	<b>Практичні, семінарські*</b>	
	40 годин	
	<b>Лабораторні*</b>	
	-	
	<b>Самостійна робота</b>	
	70 годин	
	<b>Вид контролю</b>	
	Модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 80 / 70.

\* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** сформувати у студентів уявлення про сучасну фізичну картину світу, надати знання про найбільш важливі принципи та закони, що визначають будову і найпростіші форми руху неживої і живої матерії, підготувавши тим самим їх до якісного вивчення загально технічних та спеціальних дисциплін.

**Завдання:** надати знання про сучасну фізичну картину світу, навчити застосовувати основні закони фізики до вирішення практичних задач, які виникнуть при засвоєнні спеціальних дисциплін, й подальшої професійної діяльності галузі біомедичної інженерії.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і проблеми під час професійної діяльності у галузі біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів фізики (ІК).
- Здатність застосовувати знання з фізики у практичних ситуаціях (ЗК1).
- Здатність проведення досліджень з застосуванням законів фізики на відповідному рівні (ЗК5).
- Здатність застосовувати фізичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів (ФК5).
- Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з фізичними законами та явищами (ФК9).

### **Програмні результати навчання (ПРН) відповідно до освітньої програми:**

- Застосовувати знання основ фізики для вирішення задач біомедичної інженерії (ПРН 1).
- Формулювати з позицій фізики логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадження біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів (ПРН 2).
- Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою (ПРН 8).
- Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення (ПРН 9).

**Міждисциплінарні зв'язки:** дисципліні передуює один семестр курсу «Вища математика».

Для подальшого вивчення дисциплін: «Біофізика та біомеханіка», «Основи електроніки та схемотехніки», «Апаратні методи медико-біологічних досліджень» «Сенсори та вимірювальні перетворювачі».

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовний модуль 1. Механіка, молекулярна фізика та термодинаміка, електричне поле, постійний електричний струм.

##### **ТЕМА 1. Механічний рух. Кінематика та динаміка матеріальної точки. Динаміка поступального руху абсолютно твердого тіла.**

Механічний рух як найпростіша форма руху матерії. Уявлення про властивості простору та часу, що покладені до основи класичної механіки. Фізичні моделі: матеріальна точка, абсолютно тверде тіло та суцільне середовище. Кінематичні характеристики руху точки: радіус-вектор, швидкість та прискорення як похідні радіуса-вектора за часом. Нормальне і тангенціальне прискорення. Радіус кривини траєкторії. Задачі кінематики і основні методи їх розв'язку.

Динаміка матеріальної точки і абсолютно твердого тіла. Зовнішні та внутрішні сили. Другий закон Ньютона в універсальній та диференціальній формах. Основна задача динаміки та принципова схема її розв'язку. Центр мас механічної системи та закон його руху. Закон збереження імпульсу як фундаментальний закон природи, що впливає з однорідності простору.

##### **ТЕМА 2. Кінематика та динаміка обертального руху тіла.**

Елементи кінематики обертального руху абсолютно твердого тіла: вектори елементарного кута повороту, кутової швидкості та кутового прискорення. Зв'язок між лінійними та кутовими швидкостями й прискореннями точок тіла. Момент сили відносно нерухомої точки. Момент сили відносно осі обертання. Момент імпульсу матеріальної точки тіла відносно нерухомої точки. Основне рівняння динаміки обертального руху твердого тіла відносно нерухомої осі. Моменти інерції тіл простої форми (кільця, диску та стрижня). Теорема Штейнера. Робота при обертальному русі. Кінетична енергія тіла, що обертається, та тіла, що котиться. Закон збереження моменту імпульсу та його зв'язок з ізотропністю простору.

##### **ТЕМА 3. Механічна енергія, робота та потужність. Потенціальні силові поля.**

Енергія як універсальна міра різноманітних форм руху й взаємодії матерії. Робота змінної сили і її вираз через криволінійний інтеграл. Потужність. Кінетична енергія механічної системи та її зв'язок з роботою зовнішніх та внутрішніх сил. Поле, як форма матерії, що забезпечує силові взаємодії. Потенціальні силові поля. Консервативні та неконсервативні сили. Умова потенціальності силового поля. Потенціальна енергія матеріальної точки у зовнішньому силовому полі і зв'язок енергії з силою, яка діє на матеріальну точку з боку поля. Потенціальна енергія системи тіл. Закон збереження механічної енергії. Дисипація енергії. Закон збереження енергії, як проявлення однорідності часу.

##### **ТЕМА 4. Механічні коливання та хвилі у пружних середовищах.**

Коливальний рух точки. Гармонічні механічні коливання. Кінематичні характеристики гармонічних коливань. Додавання гармонічних коливань одного напрямку. Пружинний, фізичний та математичний маятники. Диференціальне рівняння вільних незатухаючих коливань і його розв'язок. Енергія гармонічних коливань.

Диференціальне рівняння затухаючих коливань і його розв'язок. Коефіцієнт затухання. Логарифмічний декремент затухання. Диференціальне рівняння вимушених коливань і його розв'язок. Амплітуда та фаза вимушених коливань. Механічний резонанс.

Хвильові процеси. Механізм утворення механічних хвиль в пружних середовищах. Поздовжні та поперечні хвилі. Рівняння біжучої хвилі. Довжина хвилі та хвильове число. Хвильове рівняння. Фазова швидкість хвиль. Густина потоку енергії хвилі.

##### **ТЕМА 5. Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу.**

Тепловий рух. Розподіл Ідеальний газ. Тиск газу з точки зору молекулярно-кінетичної теорії. Головне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу. Розподіл Максвелла молекул за абсолютними значеннями швидкості. Дослід Штерна. Імовірна, середня

арифметична та середньоквадратична швидкості теплового руху молекул. Середнє число зіткнень та середня довжина вільного пробігу молекул. Середня кінетична енергія поступального руху молекул. Молекулярно-кінетичне тлумачення термодинамічної температури. Кількість ступенів вільності молекули. Закон рівномірного розподілу енергії за ступенями вільності молекул. Барометрична формула. Розподіл Больцмана - розподіл молекул у потенціальному полі

#### **ТЕМА 6. Перший та другий закони термодинаміки.**

Термодинамічна система. Рівноважний стан системи. Рівноважних процес. Робота системи та кількість теплоти. Внутрішня енергія системи. Перший закон термодинаміки. Використання першого закону термодинаміки в аналізі ізопроцесів в ідеального газу. Теплоємність. Залежність теплоємності ідеального газу від типу процесу. Формула Маєра. Оборотно та необоротні процеси. Коловий процес (цикл). Теплові двигуни та холодильні машини, їх ККД. Цикл Карно, ККД циклу. Другий закон термодинаміки. Нерівність Клаузіуса. Зведена кількість теплоти. Ентропія. Ентропія ідеального газу. Статистичне тлумачення другого закону термодинаміки.

#### **ТЕМА 7. Електростатичне поле у вакуумі.**

Закон збереження електричного заряду. Електричне поле. Принцип суперпозиції полів. Основні характеристики електростатичного поля - напруженість та потенціал. Напруженість як градієнт потенціалу. Розрахунки електростатичних полів за методом суперпозиції. Поле диполя. Потік вектора напруженості електричного поля. Теорема Гауса для електростатичного поля у вакуумі. Застосування теореми Гауса для розрахунку електростатичних полів. Основна задача електростатики і схема її розв'язку.

#### **ТЕМА 8. Електричне поле у діелектриках**

Електростатичне поле в середовищі. Вільні та зв'язані заряди в діелектриках. Типи діелектриків. Деформаційна та орієнтаційна поляризація. Поляризованість. Діелектрична сприйнятливість речовини. Електричне зміщення. Діелектрична проникність середовища. Зв'язок поляризованості з поверхневою густиною зв'язаних зарядів. Визначення напруженості поля в діелектриках.

#### **ТЕМА 9. Провідники в електричному полі. Енергія електричного поля.**

Провідники в електричному полі. Поле всередині провідників та на їх поверхні. Розподіл зарядів у провідниках. Електроємність відокремленого провідника. Взаємна електроємність двох провідників. Конденсатори і їх електроємність. Енергія зарядженого провідника та конденсатора. Енергія електричного поля. Об'ємна густина енергії електричного поля.

#### **ТЕМА 10. Постійний електричний струм.**

Постійний електричний струм як явище переносу. Характеристики та умови існування струму. Закони Ома та Джоуля-Ленца в диференціальній формі. Закон Ома в інтегральній формі. Різниця потенціалів, електрорушійна сила, спад напруги. Закон Ома для неоднорідної ділянки кола. Розгалужені електричні кола. Правила Кірхгофа.

### **Модульний контроль №1.**

## **Модуль 2**

### **Змістовний модуль 2. Електродинаміка. Оптика. Елементи квантової механіки**

#### **ТЕМА 11. Магнітне поле електричного струму.**

Магнітне поле. Дія магнітного поля на провідник зі струмом, закон Ампера. Магнітна індукція. Закон Магнітне поле електричного струму. Закон Біо-Савара-Лапласа та його використання для розрахунків магнітних полів. Магнітний момент витка зі струмом. Магнітна взаємодія струмів.

**ТЕМА 12. Рух заряджених частинок у магнітному полі.**

Сила Лоренца. Рух заряджених частинок у магнітному полі. Визначення питомого заряду частинок. Мас-спектрометрія. Принцип дії лінійних та циклічних прискорювачів заряджених частинок. Циклотрон. Синхротрон. Синхрофазотрон. Ефект Хола. Рухливість зарядів. МГД - генератор. Магнетрон.

**ТЕМА 13. Явище електромагнітної індукції.**

Магнітний потік. Теорема Гауса для вектора магнітної індукції. Явище електромагнітної індукції (досліди Фарадея). Закон електромагнітної індукції та отримання його із закону збереження енергії. Правило Ленца. Явище самоіндукції. Індуктивність. Енергія системи провідників зі струмом. Об'ємна густина енергії магнітного поля.

**ТЕМА 14. Магнітне поле у речовині. Магнетики**

Магнітне поле у речовині. Мікро- та макроструми. Магнітні моменти атомів. Гіромагнітне відношення. Спін.

Намагніченість. Теорема про циркуляцію намагніченості. Напруженість магнітного поля. Теорема про циркуляцію напруженості магнітного поля.

Види магнетиків. Магнітна сприйнятливність речовини та її залежність від температури.

Магнітна проникність середовища.

Сильні магнетики: феро-, фері- та антиферомагнетики. Крива намагнічування. Магнітний гістерезис. Домени. Точки Кюрі і Нееля. Спінова природа сильного магнетизму.

**ТЕМА 15. Теорія єдиного електромагнітного поля (теорія Максвела)**

Загальна характеристика теорії Максвела для електромагнітного поля. Струм зміщення. Повна система рівнянь Максвела для електромагнітного поля в інтегральному вигляді. Матеріальні рівняння.

**ТЕМА 16. Інтерференція світла.**

Інтерференція світла. Монохроматичність та когерентність світлових хвиль. Методи одержання когерентних джерел світла. Умови підсилення та ослаблення інтенсивності світлових хвиль при інтерференції. Оптична довжина ходу. Розрахунок інтерференційної картини від двох когерентних джерел.

**ТЕМА 17. Дифракція світла.**

Дифракція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Прямолінійне поширення світла. Метод зон Френеля. Радіус зон Френеля. Дифракція Френеля на круглому отворі та диску. Дифракція Фраунгофера на щілині та дифракційних ґратах. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Брега.

**ТЕМА 18. Теплове випромінювання.**

Теплове випромінювання. Енергетична світність та спектральна густина енергетичної світності. Поглинальна здатність тіла. Абсолютно чорне тіло. Закон Кірхгофа для теплового випромінювання. Закон Стефана – Больцмана. Розподіл енергії у спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла. Закони зміщення і випромінювання Віна.

Квантова гіпотеза та формула Планка. Отримання законів Стефана – Больцмана та Віна з формули Планка. Фізичні основи оптичної пірометрії.

**ТЕМА 19. Квантові властивості світла.**

Зовнішній фотоефект та його закони. Фотони. Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту. Маса та імпульс фотона. Тиск світла. Досліди Лебедева. Корпускулярне та хвильове пояснення тиску світла. Ефект Комптона та його теорія. Діалектична єдність корпускулярних та хвильових властивостей електромагнітного випромінювання.

**ТЕМА 20. Елементи квантової механіки.**

Гіпотеза де Бройля. Дифракція електронів, протонів та нейтронів. Корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок. Співвідношення невизначеностей як прояв корпускулярно-хвильового дуалізму мікросвіту. Хвильова функція та її статистичне тлумачення. Рівняння Шредінгера. Стационарний стан. Частинка у одновимірній потенціальній ямі. Квантування енергії частинки.

**Модульний контроль №2.**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

За умови виключно дистанційного навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Механіка, молекулярна фізика та термодинаміка, електричне поле, постійний електричний струм.</b>					
1. Механічний рух. Кінематика та динаміка матеріальної точки. Динаміка поступального руху абсолютно твердого тіла.	7	2	2	-	3
2. Кінематика та динаміка обертального руху тіла.	7	2	2	-	3
3. Механічна енергія, робота та потужність. Потенціальні силові поля.	7	2	2	-	3
4. Механічні коливання та хвилі у пружних середовищах.	7	2	2	-	3
5. Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу	7	2	2	-	3
6. Перший та другий закони термодинаміки.	8	2	2	-	4
7. Електростатичне поле у вакуумі.	7	2	2	-	3
8. Електричне поле у діелектриках.	5	2	-	-	3
9. Провідники в електричному полі. Енергія електричного поля.	7	2	2	-	3
10. Постійний електричний струм.	7	2	2	-	3
<b>Модульний контроль №1</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>4</b>
<b>Разом</b>	<b>75</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>35</b>
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовний модуль 2. Електродинаміка. Оптика. Елементи квантової механіки</b>					
11. Магнітне поле електричного струму.	7	2	2	-	3
12. Рух заряджених частинок у магнітному полі.	7	2	2	-	3
13. Явище електромагнітної індукції.	7	2	2	-	3
14. Магнітне поле у речовині. Магнетики	8	2	2	-	4
15. Теорія єдиного електромагнітного поля (теорія Максвелла)	5	2	-	-	3
16. Інтерференція світла.	7	2	2	-	3
17. Дифракція світла.	7	2	2	-	3
18. Теплове випромінювання.	7	2	2	-	3
19. Квантові властивості світла.	7	2	2	-	3
20. Елементи квантової механіки.	7	2	2	-	3
<b>Модульний контроль №2</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>4</b>
<b>Разом</b>	<b>75</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>35</b>
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>70</b>

#### 5. Теми семінарських занять

Не передбачено.



## 6. Теми практичних занять

### За умови виключно дистанційного навчання

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Механічний рух. Кінематика та динаміка матеріальної точки. Динаміка поступального руху абсолютно твердого тіла.	2
2	Кінематика та динаміка обертального руху тіла.	2
3	Механічна енергія, робота та потужність. Потенціальні силові поля.	2
4	Механічні коливання та хвилі у пружних середовищах	2
5	Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу.	2
6	Перший та другий закони термодинаміки.	2
7	Електростатичне поле у вакуумі.	2
8	Провідники в електричному полі. Енергія електричного поля.	2
9	Постійний електричний струм.	2
10	Магнітне поле електричного струму.	2
11	Рух заряджених частинок у магнітному полі.	2
12	Явище електромагнітної індукції.	2
13	Магнітне поле у речовині. Магнетики	2
14	Інтерференція світла.	2
15	Дифракція світла.	2
16	Теплове випромінювання.	2
17	Квантові властивості світла.	2
18	Елементи квантової механіки.	2
	<b>Разом</b>	<b>36</b>

## 7. Теми лабораторних занять

**Примітка** – лабораторні заняття не передбачені навчальним планом.

## 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Підготовка до лекцій за темами 1-го змістовного модулю	10
2	Виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до практичних робіт 1-го змістовного модулю	21
3	Підготовка до 1-го модульного контролю	4
4	Підготовка до лекцій за темами 1-го змістовного модулю	10
5	Виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до практичних робіт 1-го змістовного модулю	21
6	Підготовка до 1-го модульного контролю	4
	<b>Разом</b>	<b>70</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

## 10. Методи навчання

Студентоцентроване навчання. Навчання за допомогою пояснювально-ілюстративного матеріалу (лекція), практичного матеріалу (практичних занять); робота з навчально-методичною літературою (самостійне опрацювання розділів). Технологія змішаного та дистанційного навчання.

## 11. Методи контролю

Усне опитування, захист практичних робіт, модульний контроль, підсумковий контроль, залік.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

### 12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	10	10
Практичні заняття	0..2	9	0..18
Модульний контроль 1	0...22	1	0...22
<b>Модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	10	10
Практичні заняття	0..2	9	0..18
Модульний контроль 2	0...22	1	0...22
<b>Усього за 2 семестр</b>			<b>0...100</b>

Рейтингова система оцінювання. Оцінювання навчальних досягнень студентів здійснюється за національною шкалою (відмінно, добре, задовільно, незадовільно; зараховано, незараховано); 100-бальною шкалою та шкалою ECTS (A, B, C, D, E, FX, F).

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту (заліку) складається з трьох питань, з яких два теоретичних (з максимальною кількістю балів 30, за кожне) та одно практичне (з максимальною кількістю балів 40). Загальна сума становить 100 балів.

### 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- фундаментальні поняття, закони і теорії розділів класичної та сучасної фізики, що вивчались;
- основні фізичні явища та їх пояснення;
- основні методи фізичних досліджень;
- заходи та методи вирішення конкретних задач з усіх розділів фізики;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- використання теоретичних знань до виконання фізичного аналізу явищ та процесів, що спостерігаються;
- здійснення фізичного аналізу поставленої задачі;
- вирішення традиційних фізичних задач;
- здійснення оцінки точності проведених вимірів (за умови аудиторного навчання);
- користування довідковою літературою.

### 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Виконати та захистити всі завдання практикуму та модульних контролів. Знати основні фізичні закони та рівняння. Вміти проводити найпростіші вимірювання фізичних величин.

**Добре (75-89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні завдання в обумовлений викладачем строк, обґрунтувати запропоновані рішення та обрані методи. Вміти пояснювати фізичні механізми, які лежать в основі природних явищ.

**Відмінно (90-100).** Досконало знати матеріали теоретичної та практичної складових дисципліни та вміти застосовувати їх. Захистити всі практичні завдання та модульного контролю з максимальною оцінкою. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти пояснювати фізичні механізми, які лежать в основі життєдіяльності біологічних об'єктів.

#### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою
	Залік
90 – 100	Зараховано
75 – 89	
60 – 74	
0 – 59	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. Загальний курс фізики [Текст] : Зб. задач: Навч. посіб. для студ. інж.-техн. і пед. спец. вузів / І. П. Гаркуша, І. Т. Горбачук, В. П. Курінний [et al.] ; За ред. І.П.Гаркуші. – 2-е вид., стер. – К. : Техніка, 2004. – 560 с. – ISBN 966-575-147-6 : 12.70.

2. Мигаль В.П., Клименко І.А., Фомін А.С. Навчальний посібник для самостійної роботи «Коливання та хвилі» Харків: Національний аерокосмічний університет "ХАІ", 2008. – 106 с.

3. Мигаль В.П., Клименко І.А. Хвилі, кванти і атоми. Навчальний посібник. Х: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2004. – 189 с.

4. Електрика й магнетизм Навч. посібник до лабораторного практикуму. / Воронович Д.О., Луньов І.В., Охрімівський А.М., Подшивалова О.В. // Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т». - 2011. - 140 с.

5. Чугай О. М., Мигаль В. П., Луньов І. В., Олійник С. В., Рубльова О.В. Хвильова оптика. Сучасна фізика. Навч. посіб. до лаб. практикуму . – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т». – 2020. – 86 с.

## 14. Рекомендована література

### Базова

1. Кучерук, І. М. Загальний курс фізики [Текст] : навчальний посібник для студ. техн. і пед. спец. вузів : У 3 т. Т. 3 : Оптика. Квантова фізика / І. М. Кучерук, І. Т. Горбачук ; за ред. І. М. Кучерука. – 2-ге вид., випр. – К. : Техніка, 2006. – 518 с. – ISBN 966-575-004-6 : 16.47.
2. Лісняк, П. Г. Курс фізики [Текст] : [навчальний посібник для студ. хім.-біол. та природн. ф-тів. пед. вузів] / П. Г. Лісняк. – Тернопіль : ТНПУ, 2007. – 265 с.
3. Курс фізики: Навчальний підручник / Зачек І.Р., Кравчук І.М., Романишин Б.М., Габа В.М. Гончар Ф.М. Львів: Видавництво "Бескид Біт", 2002 р. – 376 с.
4. Спольник О.І. Курс фізики : навчальний посібник / О. І. Спольник, В. Г. Власенко, Л. М. Каліберда. – Харків : „Компанія СМІТ”, 2005. – 308 с.
5. І.Є. Лопатинський, І.Р. Зачек, Г.А. Ільчук, Б.М. Романишин, Фізика. Підручник. — Львів: Афіша, 2005. — 394 с.

### Додаткова

1. Поп, С.С. Фізична електроніка /С.С. Поп, І.С. Шароді. Львів : ЄвроСвіт, 2001. 247 с.
2. Фізичні основи електронної техніки / В.Вуйцік, З.Готра, В. Каліта, І. Лопатинський,
3. Микитюк, Є. Петрикова, І. Петрович, Є. Потенці, П.Сваста, С. Слосарчик; За ред. З. Готри. - Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львів. політехніка”, 2002.- 643с.
3. Клименко І.А. Відеоінструкція до лабораторної роботи № 3-06. Вивчення дифракції Фраунгофера на одній і двох щілинах. Режим доступу: <https://youtu.be/BB5KhVQIX0M> .
4. Клименко І.А. Відеоінструкція до лабораторної роботи № 3-03. Визначення довжини хвилі лазерного випромінювання за допомогою інтерференції світла, що пройшло крізь біпризму Френеля Режим доступу: <https://youtu.be/AY-bnfGuPk>.
5. Клименко І.А. Відеоінструкція до лабораторної роботи №2-04. Вивчення процесів заряджання й розряджання конденсатора. Режим доступу: <https://youtu.be/CujYMLfk61s> .
6. Клименко І.А. Відеоінструкція до лабораторної роботи №2-14. Вивчення магнітного поляметодом Столетова. Режим доступу: <https://youtu.be/NhpR66EbVi8>

## 15. Інформаційні ресурси

1. <https://alleng.org/edu/phys9.htm>.
2. <https://youtu.be/BB5KhVQIX0M>
3. <https://youtu.be/AY-bnfGuPk> .
4. <https://youtu.be/CujYMLfk61s> .
5. <https://youtu.be/NhpR66EbVi8>