

Додаток 2

до наказу від 23.03.2023 р. № 244

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра ФІЗИКИ



**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Декан факультету ІТ

**проф. Олена ГЛАЗУНОВА**  
2023 р.

**“СХВАЛЕНО”**

на засіданні кафедри фізики  
Протокол № 5 від 29 травня 2023р.

Завідувач кафедри  
Володимир БОЙКО

**”РОЗГЛЯНУТО”**

Гарант ОП "Інженерія програмного забезпечення"

**Белла ГОЛУБ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Фізичні основи комп'ютерної електроніки»**

спеціальність 121 “Інженерія програмного забезпечення”  
освітня програма Інженерія програмного забезпечення  
Факультет **інформаційних технологій**

Розробники: к.ф.-м.н. доц. Ярослав Гуменюк  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

## 1.Опис навчальної дисципліни «Фізичні основи комп'ютерної електроніки»

<b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>		
Галузь знань	12 "Інформаційні технології"	
спеціальність	<b>121 “ Інженерія програмного забезпечення”</b>	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	<b>Бакалавр</b>	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	не планується	
Форма контролю	Іспит	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
<b>денна форма навчання</b>		
Рік підготовки	1	
Семестр	1	
Лекційні заняття	30 год. <b>Всього-30 год.</b>	
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	30 год <b>Всього-30 год.</b>	
Самостійна робота	90 год. <b>Всього-90 год.</b>	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:	4	
аудиторних	6	
самостійної роботи студента –		

**Примітка.**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної: 60:90

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна „**Фізичні основи комп'ютерної електроніки**” разом з курсом вищої математики, інформатики являє собою основу теоретичної підготовки бакалаврів напряму 121 “**Інженерія програмного забезпечення**” тобто ту фундаментальну базу, без якої неможливе повноцінне вивчення дисциплін циклу професійної та практичної підготовки таких фахівців. Потреба вивчення фізики студентами цієї спеціальності обумовлена все більшим застосуванням фізичних методів та приладів у різних галузях народного господарства, саме тому таким фахівцям необхідно мати належну фізико-технічну підготовку.

Таким чином, *основною метою* дисципліни “**Фізичні основи комп'ютерної електроніки**” є послідовне вивчення студентами основних законів і положень фізики для пізнання загальних закономірностей явищ природи; використання даних законів в оперативному розв'язанні проблем; освітлення можливих прикладних застосувань фізичних методів і приладів у практичній діяльності.

**Завдання навчальної дисципліни “ Фізичні основи комп'ютерної електроніки ”** наступні:

Створення у студентів достатньо широкої підготовки в галузі фізики, володіння фундаментальними поняттями та теоріями класичної та сучасної фізики, що забезпечує їм ефективне опанування спеціальних предметів й подальшу можливість використання фізичних принципів. Сюди відносяться також навчання студентів методам та навичкам розв'язання конкретних задач та ознайомлення їх із сучасною науковою апаратурою, в тому числі електронно-обчислювальною.

Формування у студентів наукового світогляду та сучасного фізичного мислення. Це завдання слід також розглядати як істотну частину гуманітарної підготовки майбутнього спеціаліста, бо більшість питань історії науки, філософії і навіть естетики можна продемонструвати під час викладання курсу фізики, при чому на прикладах, що найбільш близькі до схильностей студентів.

При вивченні фізики необхідно виходити з єдності фізики як науки та глибокого зв'язку різних її розділів, головну увагу приділяючи вивченню основних принципів фізики. Такий підхід закладає міцну основу фундаментальних знань, чим сприяє засвоєнню в подальшому різноманітних спеціалізацій.

У всіх випадках, коли це можливо, закони фізики треба виводити з основних принципів і всюди підкреслювати різницю між основними принципами і висновками з них. Необхідно прагнути показати взаємозв'язок різних галузей

**У результаті вивчення навчальної дисципліни «Фізичні основи комп'ютерної електроніки» студент повинен знати:**

- основні фізичні величини, одиниці їх вимірювань, основи теорії похибок та правила оброблення результатів вимірювань;

- фундаментальні поняття й теорії класичної та сучасної фізики з тим, щоб ефективно опанувати спеціальні навчальні дисципліни та використати знання фізичних закономірностей у майбутній роботі;

- методи розв'язування практичних фізичних задач та проблем;

- принципи дії приладів, в тому числі електронно-обчислювальної апаратури;

**вміти:**

- проводити математичну і статистичну обробку результатів вимірювань;

- користуючись фізичними положеннями, законами і теоріями, застосовувати набуті теоретичні та практичні знання внаслідок вивчення спеціальних дисциплін в майбутній роботі із спеціальності;

- пояснювати фізичні процеси та явища, які відбуваються під час роботи різного роду механізмів, що використовуються в практичній діяльності;

- застосовувати сучасні фізичні методи і прилади на практиці.

**Набуття компетентностей:**

Освітня програма «**Фізичні основи комп'ютерної електроніки**». ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА "Інженерія програмного забезпечення" Першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 121 "Інженерія програмного забезпечення" галузі знань 12 "Інформаційні технології" Затверджено протокол № від " " травня 2023 р. засідання вченої ради НУБіП України

<https://drive.google.com/drive/folders/1UJvfkdp3D60GHhVM5JCe-4qTuALBw037>

Згідно цього стандарту студент повинен набути такі компетентності:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

K05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

K06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K07. Здатність працювати в команді.

K08. Здатність діяти на основі етичних міркувань.

K09. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

K10. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо

Дисципліна „ **Фізичні основи комп'ютерної електроніки** ” для напряму підготовки **121 “ Інженерія програмного забезпечення”** передусе вивченню цілого ряду спеціальних дисциплін. Назви дисциплін вказані в протоколі погодження робочої програми дисципліни " **Фізичні основи комп'ютерної електроніки** " .

Вивчення дисципліни передбачає такі види занять: лекції, лабораторні роботи, самостійну роботу та створення презентацій і виступів з доповідями на запропоновані теми.

Вивчення дисципліни „ **Фізичні основи комп'ютерної електроніки** ” передбачає використання інформаційно - комп'ютерних технологій (глобальна система Інтернет, електронні підручники, візуалізація фізичних явищ та процесів, оцінювання знань, обробка результатів фізичного експерименту в Mathcad, Excel) та результатів сучасних досліджень в галузях фізики.

Матеріал інформаційного характеру, який в достатній мірі висвітлений в навчальній літературі, студенти опановують самостійно.

З метою інтенсифікації процесу навчання застосовується модульний принцип вивчення тем дисципліни з проміжною атестацією студентів. Формою підсумкового контрольного заходу є залік та екзамен.

Згідно з робочим навчальним планом на вивчення дисципліни відведено **аудиторних 60 год.**, з яких **30 год.** – лекції; **30 год.** – лабораторні заняття. На самостійну роботу – **90 годин**. Це **5 кредитів** в 1 семестрі. **Всього – 5 кредитів (150 години)**.. Контроль знань проводиться у вигляді контрольних робіт по модулях, атестацій, складання іспиту.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної:

**60 год. до 90 год.**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	П	лаб	Інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1. Електростатика та постійний електричний струм</b>												
<a href="#">Тема 1. Електростатика. Речовина в електричному полі</a>	25	5		5		15						
<a href="#">Тема 2. Постійний електричний струм</a>	25	5		5		15						
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>50</b>	<b>10</b>		<b>10</b>		<b>30</b>						
<b>Модуль 2. Магнетизм.</b>												
<a href="#">Тема 3. Основи магнетизму, сили Ампера та Лоренца, закон Б-С-Л</a>	25	5		5		15						
<a href="#">Тема 4. Електромагнітна індукція.</a>	25	5		5		15						
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>50</b>	<b>10</b>		<b>10</b>		<b>30</b>						
<b>Модуль 3. Електромагнітні коливання та хвилі. Фізика напівпровідників.</b>												
<a href="#">Тема 5. Електромагнітні коливання і хвилі</a>	25	5		5		15						
<a href="#">Тема 6. Фізика напівпровідників. Основи квантової фізики</a>	25	5		5		15						
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>50</b>	<b>10</b>		<b>10</b>		<b>30</b>						
<b>Разом за 1 семестр</b>	<b>150</b>	<b>30</b>		<b>30</b>		<b>90</b>						
Усього годин	<b>150</b>	<b>30</b>		<b>30</b>		<b>90</b>						

#### 5. Теми семінарських занять

**Не передбачено**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до лабораторного практикуму. Теорія похибок.	2
2-4	Методика математичної обробки результатів експерименту. КР	6
5-8	Захист виконаних робіт, модульні КР	8

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>1 семестр</b>		
1	Вступ до лабораторного практикуму. Теорія похибок.	2
2	Вимірювальні прилади. КР по теорії похибок.	2
3-6	Виконання робіт побригадно згідно графіку	по 2 год.
7	Здача робіт. Контрольна робота М 1	2
8-10	Виконання робіт побригадно згідно графіку	по 2 год.
11	Здача робіт. Контрольна робота М 2	2
12	Електро-вимірювальні прилади. Виконання робіт побригадно згідно графіку	2
13-15	Виконання робіт побригадно згідно графіку	по 2 год.
16	Здача робіт. Контрольна робота М 3	2
<b>2 семестр</b>		
1-4	Виконання робіт побригадно згідно графіку	по 2 год.
5	Здача робіт. Контрольна робота М 4	2
6-10	Виконання робіт побригадно згідно графіку	по 2 год.
11	Здача робіт. Контрольна робота М 5	2
12-16	Виконання робіт побригадно згідно графіку	по 2 год.

17	Здача робіт. Контрольна робота М 6	2
----	------------------------------------	---

## ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

### МОДУЛІ:

1. Механіка. Термодинаміка
2. Електромагнетизм

### Перелік лабораторних робіт

#### І семестр

#### Модуль 1. Механіка. Термодинаміка

- 1.1 Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника.
- 1.2 Вивчення законів обертового руху за допомогою маятника Обербека.
- 1.3 Визначення моменту інерції тіла методом крутильних коливань.
- 1.4 Перевірка основного рівняння динаміки обертового руху за допомогою маятника Максвелла.
- 1.6. Визначення модуля Юнга.
- 1.10. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою оборотного маятника
- 1.11. Визначення прискорення вільного падіння з кривої залежності періоду коливань фізичного маятника від положення точки підвісу.
- 2.1. Визначення коефіцієнту лінійного розширення твердих тіл.
- 2.2. Визначення відношення питомих теплоємностей  $C_p/C_v$  методом Клемана-Дезорма.
- 2.3. Визначення коефіцієнту внутрішнього тертя за Стоксом.
- 2.4. Визначення коефіцієнту теплопровідності твердих тіл.
- 2.5. Визначення зміни ентропії при плавленні олова.

#### Модуль 2. Електромагнетизм

- 3.1. Дослідження електростатичного поля.
- 3.2. Визначення омичного опору методом містка Уїтстона.
- 3.3. Дослідження температурної залежності опору металу.
- 3.4. Визначення  $e.r.c.$  гальванічного елемента методом компенсації.
- 4.1. Вивчення магнітного поля тонкої котушки.
- 4.2. Визначення горизонтальної складової напруженості магнітного поля Землі за допомогою тангенс-гальванометра.
- 4.3. Вимірювання циркуляції напруженості магнітного поля соленоїда.
- 4.4. Визначення магнітної індукції поля соленоїда балістичним методом.
- 4.5 Визначення питомого заряду електрона методом магнетрона.
- 4.6 Визначення логарифмічного декременту загасання коливань фізичного маятника.



4.7. Вивчення електронного осцилографа та дослідження з його допомогою складання взаємно-перпендикулярних коливань.

### 8. Самостійна робота під керівництвом НПП

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено	
	...	...

### 9. Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів

Самостійну роботу студентів поділяють на дві складові – підготовку до навчальних занять і виконання індивідуальних завдань (описові завдання, реферати, розрахункові завдання, розрахунково-графічні завдання тощо).

З кожного модуля з першої складової визначають літературні джерела, які потрібно опрацювати, а з другої – назву виду індивідуальних завдань та орієнтовний перелік їх тем.

## ТИПОВІ РОЗРАХУНКОВІ ЗАВДАННЯ ТА ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

### МОДУЛЬ 1

**1.1.** Матеріальна точка рухається вздовж прямої. Рівняння руху точки  $X = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ .

**1.1.1.** Проаналізувати, при яких значеннях параметрів  $A, B, C, D$  матеріальна точка рухатиметься: 1). рівномірно; 2). рівноприскорено; 3). так, що її прискорення зростає по лінійному закону.

**1.1.2.** Знайти значення швидкості та прискорення точки в довільний момент часу (миттєва швидкість та прискорення).

**1.2.** Матеріальна точка рухається по колу радіусом  $R$ . Рівняння руху точки  $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ .

**1.2.1.** Проаналізувати, при яких значеннях параметрів  $A, B, C, D$  матеріальна точка рухатиметься: 1). рівномірно по колу; 2). рівно прискорено по колу; 3). так, що її кутове прискорення зростає по лінійному закону.

**1.2.2.** Визначити значення кутової швидкості в довільний момент часу

**1.2.3.** Знайти лінійну швидкість точки в довільний момент часу.

**1.2.4.** Визначити значення тангенціального прискорення в довільний момент часу.

**1.2.5.** Визначити значення нормального прискорення в довільний момент часу

**1.2.6.** Знайти повне прискорення точки в довільний момент часу та визначити кут між векторами швидкості та повного прискорення в довільний момент часу.

**1.3.** Через нерухомий блок перекинута тонка нерозтяжна нитка, на кінцях якої підвішені два тягарці масами  $m_1 = 0,1$  кг та  $m_2 = 0,2$  кг. Визначити, з яким прискоренням почнуть рухатись тягарці після того, як їх відпустили? Який шлях пройде кожен із них за першу секунду руху? Масою блока та тертям у блоці знехтувати.

**1.4.** Проаналізувати результат співударяння двох кульок у випадку 1). абсолютно пружного, прямого, центрального удару та 2). абсолютно непружного удару. Визначити швидкість руху кульок після зіткнення та знайти, яка частина механічної енергії при цьому перетворилась у теплову.

**1.5.** Маховик у вигляді суцільного диска, маса якого  $m$ , а діаметр основи  $D$ , обертається згідно з рівнянням  $\varphi = At + Bt^2 + Ct^3$ .

**1.5.1.** Визначити значення швидкості та прискорення точки на відстані  $D/2$  від осі (на поверхні диска) у довільний момент часу (миттєва швидкість та прискорення).

**1.5.2.** Знайти кінетичну енергію маховика в довільний момент часу.

**1.5.3.** Визначити обертальний момент сили, що діє на маховик у довільний момент часу.

**1.6.** Визначити максимальне прискорення матеріальної точки, що здійснює гармонічні коливання з амплітудою  $0,1$  м, якщо максимальна швидкість точки  $10$  м/с. Написати рівняння коливань та зобразити графічно залежності зміщення, швидкості, прискорення точки від часу.

**1.7.** Знайти максимальну швидкість матеріальної точки, що здійснює гармонічні коливання з амплітудою  $0,3$  м, якщо максимальне прискорення точки дорівнює  $1,2$  м/с<sup>2</sup>. Дослідити рівняння коливань та зобразити графічно залежності зміщення, швидкості, прискорення точки від часу.

**1.8.** Точка здійснює одночасно два коливання однієї частоти, що відбуваються в двох взаємно перпендикулярних напрямках. Рівняння цих коливань мають вигляд:  $x = A_1 \sin \omega t$  та  $y = A_2 \cos \omega t$ , де  $A_1 = 0,01$  м;  $A_2 = 0,03$  м;  $\omega = 1$  рад/с. Дослідити рівняння траєкторії, побудувати її з врахуванням масштабу, показати напрямок руху точки та вказати положення точки в початковий момент.

**1.9.** Матеріальна точка бере участь у двох коливаннях, що проходять вздовж однієї прямої і описуються рівняннями:  $x_1 = A_1 \sin \omega_1 t$ ,  $x_2 = A_2 \sin \omega_2 t$ , де  $A_1 = 3$  см;  $A_2 = 4$  см;  $\omega_1 = \omega_2 = 2$  с<sup>-1</sup>. Знайти амплітуду складного руху, його частоту, початкову фазу, написати рівняння руху. Побудувати векторну діаграму для моменту часу  $t = 0$ .

## МОДУЛЬ 2

- 2.1.** Визначити кількість речовини та число молекул газу: а) кисню, б) азоту, в) водяної пари масою 1 кг.
- 2.2.** Проаналізувати, скільки атомів містить водяна пара: а) у кількості речовини 0,1 моль; 2) у масі 0,1 кг?
- 2.3.** Визначити молярну масу та масу однієї молекули кухонної солі, вуглекислого газу, кисню, азоту.
- 2.4.** Проаналізувати, при якій масі кожної з названих речовин в одному кубічному метрі повітря з'являється небезпека отруєння. Гранично допустима концентрація молекул парів ртуті ( $Hg$ ) в повітрі дорівнює  $3 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-3}$ , а отруйного газу хлору ( $Cl_2$ ) –  $8,5 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$ .
- 2.5.** Сучасна техніка дає змогу створити вакуум до  $10^{-12}$  Па. Визначити, скільки молекул газу залишається при такому вакуумі в  $1 \text{ м}^3$  при температурі 300К?
- 2.6.** У балоні об'ємом 3 л міститься азот масою 10 г. Розрахувати концентрацію молекул газу.
- 2.7.** Визначити середню кінетичну енергію молекули двохатомного газу і концентрацію молекул при температурі 300 К і при тиску 0,5 Мпа.
- 2.8.** Розрахувати, як зміниться внутрішня енергія 100г а) гелію та б) кисню при збільшення температури на 50<sup>0</sup>С?
- 2.9.** Знайти внутрішню енергію трьохатомного газу, що займає об'єм  $V$ , при температурі  $T$ , якщо концентрація його молекул  $n$ ?
- 2.10.** Проаналізувати зміну внутрішньої енергії одноатомного газу під час ізобарного охолодження, ізохорного охолодження та ізотермічного розширення?
- 2.11.** Знайти роботу ізотермічного стиснення газу, що працює за циклом Карно, коефіцієнт корисної дії якого дорівнює 0,5, якщо робота ізотермічного розширення дорівнює 10 кДж.
- 2.12.** Газ, що здійснює цикл Карно, одержує від нагрівача кількість теплоти 30 кДж. Визначити роботу газу в циклі, якщо температура нагрівача втричі вища за температуру холодильника.
- 2.13.** Розрахувати к. к. д. теплової машини, кількість теплоти, що забирає холодильник за 1 секунду, та потужність ідеальної теплової машини, якщо температура нагрівача 127<sup>0</sup>С, а холодильника 23<sup>0</sup>С. Кількість теплоти, що отримує машина від нагрівача дорівнює 50 Дж за кожен секунду.

## МОДУЛЬ 3

- 3.1.** Три однакових точкових заряди по 5 нКл кожний знаходяться в вершинах рівностороннього трикутника зі стороною 1 см. Визначити модуль і напрямок сили, що діє на один із зарядів зі сторони двох інших.
- 3.2.** Відстань між двома точковими однойменними зарядами 0,9 нКл та 1,6 нКл дорівнює 50 см. Визначити точку, в яку треба помістити третій заряд так, щоб система зарядів знаходилась в рівновазі. Визначити розмір і знак заряду. Проаналізувати, стійка чи нестійка буде рівновага?
- 3.3.** Визначити, на якій відстані один від одного потрібно розмістити два однойменні точкові заряди в воді, щоб вони відштовхувались з такою ж силою, з якою вони відштовхуються в вакуумі на відстані 9 см. Відносна діелектрична проникність води 81.
- 3.4.** В теорії атома водню прийнято, що електрон обертається навколо протона (ядра) по коловій орбіті радіусу  $0,53 \cdot 10^{-10}$  м. Проаналізувати, чому буде дорівнювати лінійна швидкість електрона при такому обертанні? Визначити силу взаємодії між електроном та протоном.
- 3.5.** Визначити, який заряд треба помістити на пластини конденсатора площею 200 см, щоб вони притягуються з силою 0,5 м? Електричне поле рахувати однорідним, а між пластинами діелектрик слюда.
- 3.6.** Розрахувати потенціальну енергію системи двох точкових зарядів 2 нКл та 5 нКл, що знаходяться на відстані 10 см один від одного. Проаналізувати, як зміниться потенціальна енергія, якщо знак одного із зарядів поміняти на негативний.
- 3.7.** Електрон влітає в однорідне електричне поле з напруженістю 100 В/м з початковою швидкістю  $10^6$  м/с так, що вектор швидкості перпендикулярний до ліній напруженості електричного поля. Визначити: а) силу, що діє на електрон; б) прискорення руху електрона; в) швидкість електрона через  $10^{-7}$  с.
- 3.8.** Проаналізувати, яку прискорюючу різницю потенціалів повинен пройти електрон, що має швидкість  $10^6$  м/с, щоб його швидкість зросла втричі?
- 3.9.** Знайти відношення швидкостей іонів  $\text{Cu}^{2+}$  та  $\text{K}^+$ , що пройшли однакову різницю потенціалів.
- 3.10.** Визначити напругу на клеммах джерела струму, якщо електрорушійна сила джерела струму 12 В, а внутрішній опір менший зовнішнього в 5 разів.
- 3.11.** Акумулятор дає струм 2 А при замиканні на опір 4 Ом та 1 А - при замиканні на 10 Ом. Визначити електрорушійну силу, внутрішній опір елемента та струм короткого замикання.
- 3.12.** Визначити струм короткого замикання, якщо гальванічний елемент з електрорушійною силою 1,5 В дає струм 0,1 А при замиканні його на опір 14 Ом.

#### МОДУЛЬ 4

- 4.1.** По контуру, що має форму рівностороннього трикутника проходить струм силою 10 А. Сторона трикутника дорівнює 5 см. Визначити індукцію та напруженість магнітного поля в центрі трикутника.

- 4.2.** По двох паралельних, тонких, достатньо довгих провідниках в вакуумі протікають однакові струми силою 10 А. Відстань між провідниками 5 см. Визначити силу взаємодії розраховану на кожний метр довжини провідників. Проаналізувати, яким чином направлені сили взаємодії в залежності від напрямку струмів в провідниках?
- 4.3.** Знайти магнітний момент рамки радіусом 5 см , якщо при проходженні через її витки струму в центрі рамки створюється індукція магнітного поля 0,5 Тл.
- 4.4.** Напруженість магнітного поля в центрі колового витка рівна 100 А/м. Магнітний момент витка  $5 \text{ А} \cdot \text{м}^2$ . Розрахувати радіус витка та силу струму в витку.
- 4.5.** Електрон рухається по колу в однорідному магнітному полі з напруженістю  $5 \cdot 10^3 \text{ А/м}$ . Визначити частоту та період обертання електрона по орбіті.
- 4.6.** Протон і альфа-частинка, що прискорені однаковою різницею потенціалів, влітають в однорідне магнітне поле. Розрахувати, в скільки разів радіус кривизни траєкторії протона буде більшим, чим радіус кривизни траєкторії альфа-частинки?
- 4.7.** Електрон влітає в однорідне магнітне поле перпендикулярно лініям індукції. Визначити силу, що діє на електрон з боку поля, якщо індукція поля 0,5 Тл, а радіус кривизни траєкторії 1 см.
- 4.8.** Електрон рухається в магнітному полі з індукцією 5 мТл по колу радіусом 1 см. Визначити кінетичну енергію електрона (в Дж та еВ ).
- 4.9.** Заряджена частинка пройшла прискорюючу різницю потенціалів і влетіла в схрещене під прямим кутом електричне ( з напруженістю  $10^4 \text{ В/м}$  ) і магнітне ( з індукцією 0,5 Тл ) поля. Визначити різницю потенціалів, якщо, рухаючись перпендикулярно полям, частинка не відхиляється від прямолінійної траєкторії.
- 4.10.** Всередині соленоїда, що містить 10 витків на один см, помістили коловий виток діаметром 5 см. Площина витка розташована під кутом  $60^\circ$  до осі соленоїда. Розрахувати магнітний потік, що пронизує виток, якщо по обмотці соленоїда протікає струм, силою 1 А.
- 4.11.** В однорідному магнітному полі з індукцією 0,5 Тл рівномірно обертається з частотою  $10 \text{ с}^{-1}$  рамка, що містить 500 витків, які щільно прилягають один до одного. Площа рамки рівна  $200 \text{ см}^2$ . Визначити миттєве значення е. р. с. індукції для кута повороту рамки  $30^\circ$  та  $60^\circ$ .
- 4.12.** Коливальний контур містить котушку індуктивності  $L$ , конденсатор ємністю  $C$  та резистор з опором  $R$ . Конденсатор заряджений кількістю електрики  $Q$ . Визначити: 1) період коливань контуру; 2) логарифмічний декремент затухання контуру; 3) рівняння залежності зміни напруги на обкладках конденсатора від часу (миттєве значення напруги ); 4) рівняння залежності зміни струму через котушку індуктивності від часу (миттєве значення сили струму).

## МОДУЛЬ 5

- 5.1.** На тонку плівку в напрямку нормалі до її поверхні падає монохроматичне світло з довжиною хвилі 0,5 мкм. Відбите від плівки світло максимально підсилене внаслідок інтерференції. Визначити мінімальну товщину плівки, якщо

показник заломлення матеріалу плівки дорівнює 1,4.

**5.2.** На дифракційну решітку, яка має 430 штрихів на 1 мм, нормально падає пучок світла від натрієвої лампи з довжиною хвилі 0,589 мкм. Визначити кут відхилення променів світла, при якому спостерігається останній дифракційний максимум. Розрахувати порядок цього максимуму?

**5.3.** Кут падіння променя на поверхню скла дорівнює  $60^\circ$ . При цьому відбитий пучок світла виявився максимально поляризованим. Визначити кут заломлення променя.

**5.4.** Визначити, в скільки разів буде ослаблений промінь природного світла, якщо пропустити його через два ніколи, площини поляризації яких становлять кут  $\varphi = 45^\circ$ . Вважати, що при проходженні через кожний ніколь інтенсивність світла внаслідок відбивання і поглинання зменшується на 10 %.

**5.5.** Оцінити роботу виходу електрона з металу, якщо фотоефект спостерігається, починаючи з довжини хвилі світла  $\lambda = 0,4$  мк.

**5.6.** Визначити, чи буде мати місце фотоефект, якщо метал, робота виходу якого  $A = 2$  еВ, освітлюється світлом з довжиною хвилі  $\lambda = 500$  нм.

**5.7.** Вирахувати енергію, яку випромінює  $1 \text{ м}^2$  поверхні Сонця за 1 хвилину, якщо прийняти температуру його поверхні рівною 5800 К. Рахувати, що Сонце випромінює, як абсолютно чорне тіло.

**5.8.** Визначити концентрацію фотонів на відстані 1 м від точкового монохроматичного джерела потужністю 10 Вт, що випромінює хвилі довжиною 0,76 мкм.

**5.9.** Червона межа фотоефекту для заліза дорівнює 262 нм. Знайти роботу виходу електронів з заліза (в джоулях та електрон-вольтах).

## МОДУЛЬ 6

**6.1.** Використовуючи теорію Бора визначити: радіуси двох перших орбіт електрона в атомі водню; швидкості електрона на цих орбітах; прискорення на них.

**6.2.** Визначити максимальну енергію фотона, який випромінюється атомом водню в ультрафіолетовій серії.

**6.3.** Найбільша довжина хвилі спектральної лінії водню серії Лаймана дорівнює 121,6 нм. Розрахуйте найбільшу довжину хвилі в серії Бальмера.

**6.4.** Обчислити довжину хвилі де Бройля для протона з кінетичною енергією в 100 еВ.

**6.5.** Проаналізувати, яка енергія зв'язана з масою електрона, який знаходиться у спокої?

**6.6.** Визначити енергію, масу та імпульс (кількість руху) фотона рентгенівського проміння з довжиною хвилі  $10^{-10}$  м.

**6.7.** Визначити довжини хвиль де Бройля  $\alpha$ -частинки та протона, що пройшли однакову різницю потенціалів 1 кВ.

**6.8.** Оцінити довжини хвиль де Бройля електрона, що рухається на першій та другій борівській орбіті в атомі водню.

**6.9.** Визначити максимальну енергію фотона серії Бальмера в спектрі

випромінювання атомарного водню.

**6.10.** Розрахувати енергію фотона, який був випущений атомом водню при переході електрона з третьої орбіти на другу.

**6.11.** Визначити, яку енергію треба затратити, щоб ядро гелію  ${}^4_2\text{He}$  розділити на нуклони?

**6.12.** Атомний реактор потужністю  $P=25 \cdot 10^6$  Вт (25 МВт) має к. к. д. рівне 25%. Визначити, яка маса урану-235 витрачається у реакторі за добу, якщо при одному акті поділу ядра цього ізотопу урану виділяється енергія рівна 200 МеВ?

**6.13.** Розрахуйте енергію зв'язку ядра атома бора  ${}^{10}_5\text{B}$ .

**6.14.** В установках для  $\gamma$  – опромінювання у сільському господарстві використовують  $\beta$  – радіоактивний ізотоп цезію  ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ . Написати реакцію  $\beta$ -розпаду. Визначити максимальну частоту  $\gamma$ -випромінювання, якщо найбільша енергія  $\gamma$  – квантів дорівнює 0,66 МеВ. Обчислити релятивістську швидкість  $\beta$  – частинок, якщо вони мають енергію 1,18 МеВ.

## ТИПОВІ ТЕМИ ДЛЯ РЕФЕРАТІВ МОДУЛЬ 1

**1.1.** Інерціальні та неінерціальні системи відліку. Принцип інерції.

**1.2.** Принцип відносності Галілея та Ейнштейна.

**1.3.** Імпульс тіла в класичній механіці та механіці теорії відносності.

**1.4.** Центр мас системи та теорема про рух центру мас.

**1.5.** Центр мас симетричних однорідних тіл та систем матеріальних точок

**1.6.** Реактивний рух. Рівняння Мещерського та Ціолковського.

**1.7.** Консервативні сили в механіці.

**1.8.** Потенціальні силові поля.

**1.9.** Гравітаційна стала та її експериментальне визначення.

**1.10.** Теорема про зміну кінетичної енергії системи.

**1.11.** Графічне зображення величини роботи змінної сили.

**1.12.** Визначення моменту імпульсу системи тіл та умови виконання закону збереження моменту імпульсу

**1.13.** Зміст поняття “енергія” в механіці. Поясніть, як зв'язані поняття “робота” і “енергія”.

**1.14.** Модуль Юнга. Пластичні та пружні деформації реальних тіл.

**1.15.** Умова нерозривності течії рідини. Рівняння Бернуллі.

## МОДУЛЬ 2

**2.1.** Температурні шкали Цельсія, Кельвіна, Фаренгейта, Реомюра.

**2.2.** Число ступенів свободи тіла (системи).

**2.3.** Закони Фіка, Фур'є та Ньютона для явищ перенесення. Градієнт фізичної величини.

- 2.4. Коефіцієнти дифузії, теплопровідності та внутрішнього тертя (в'язкості) і їх зв'язок.
- 2.5. Вічний двигун першого та другого роду.
- 2.6. Ентропія та термодинамічна імовірність. Принцип зростання ентропії.
- 2.7. Ентропія та приведена теплота.
- 2.8. Рівняння Ван – дер – Ваальса для реальних газів.

### **МОДУЛЬ 3**

- 3.1. Елементарний електричний заряд та методи його визначення.
- 3.2. Електроємність Землі.
- 3.3. Розрахунок поля диполя.
- 3.4. Сегнетоелектрики.
- 3.5. П'єзоелектричний ефект.
- 3.6. Отримання ультразвуку.
- 3.7. Закони (правила) Кірхгофа для розрахунку складних електромереж.

### **МОДУЛЬ 4**

- 4.1. Постійні магніти та їх поле. Досліди Ерстеда.
- 4.2. Взаємодія паралельних струмів. Одиниця сили струму – 1 А.
- 4.3. Відносна магнітна проникливість середовища. Діа-та парамагнетики.
- 4.4. Принцип роботи електромашинного генератора.
- 4.5. Рівняння Максвелла.
- 4.6. Вектор Пойнтінга.
- 4.7. Хвильове рівняння. Оператор Лапласа.
- 4.8. Вихрове електричне поле. Струми Фуко. Індукційні печі.
- 4.9. Принцип дії циклотрона та МГД- генератора.
- 4.10. Метод векторних діаграм зображення гармонічних коливань. Биття.
- 4.11. Аперіодичні процеси. Час релаксації, коефіцієнт загасання, логарифмічний декремент та добротність електричного коливального контуру.
- 4.12. Складання двох взаємно перпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу.
- 4.13. Резонанс струму та напруги в електричних коливальних контурах.
- 4.14. Отримання радіохвиль різного діапазону, інфрачервоних хвиль, видимого світла, ультрафіолетових хвиль, рентгенівських та  $\gamma$  – променів.

### **МОДУЛЬ 5**

- 5.1. Явище повного внутрішнього відбивання. Волоконна оптика.
- 5.2. Природа випромінювання світла атомами. Хвильовий цуг.
- 5.3. Смуги рівної товщини та рівного нахилу.
- 5.4. Дифракція Фраунгофера.



- 5.5. Спектральні прилади (призмові та дифракційні).
- 5.6. Рентгеноструктурний та рентгеноспектральний аналіз.
- 5.7. Методи отримання поляризованого світла?
- 5.8. Призма Ніколя
- 5.9. Дихроїзму. Поляроїди.
- 5.10. Ефекти Зеебека та Керра.
- 5.11. Цукрометрія.
- 5.12. Закон Бугера – Ламберта – Бера. Природа поглинання світла.
- 5.13. В чому суть так званої ультрафіолетової катастрофи?
- 5.14. Ефект Комптона.

## МОДУЛЬ 6

- 6.1. Перетворення Галілея та Лоренца. Лоренцеве скорочення лінійних розмірів та проміжків часу.
- 6.2. Постулати спеціальної теорії відносності Ейнштейна.
- 6.3. Класичний та релятивістський закони складення швидкостей.
- 6.4. Залежність маси від швидкості руху. Релятивістський імпульс. Основний закон релятивістської динаміки.
- 6.5. Взаємозв'язок маси та енергії. Енергія спокою. Енергія зв'язку.
- 6.6. Еквівалентність гравітаційної та інерціальної мас.
- 6.7. Гіпотеза де- Бройля
- 6.8. Співвідношення Гейзенберга.
- 6.9. Фізичний зміст хвильової функції.
- 6.10. Рівняння Шредінгера.
- 6.11. Орбітальне, магнітне та спінове квантове число.
- 6.12. Принцип роботи лазера.
- 6.13. Діелектрики і напівпровідники. Валентна зона, зона провідності, ширина забороненої зони.
- 6.14. Власні та домішкові напівпровідники. Провідність  $n$ -типу та  $p$ -типу.
- 6.15. Ефект Холла.
- 6.16. Природна радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Активність, стала розпаду, період напіврозпаду.
- 6.17. Основні характеристики альфа та бета розпадів. Взаємодія з речовиною. Захист від дії випромінювання.
- 6.18. Гама-випромінювання та нейтронне випромінювання, їх природа та характеристики. Взаємодія з речовиною. Захист від дії випромінювань.

**6.19.** Дозиметрія радіоактивних випромінювань. Одиниці активності і дози випромінювання.

**6.20.** Методи реєстрації випромінювань.

## 10. Методи навчання

## 11. Форми контролю

### 1 семестр

Вид контролю	Модуль	Тема	Навчальні заняття (підготовка та виконання)	Виконання індивідуальних завдань (ОР, реферат, РГР, РР та ін.)	Модульний (змістово-модульний) контроль	Всього балів (сума 4+5+6)
1	2	3	4	5	6	7
и	1	1.1.	4	2	2	9

		1.2.	4	1	1	6
		1.3.	4	1	2	7
		1.4.	4	1	1	5
	<b>Всього за модуль 1</b>		<b>16</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>27</b>
	<b>2</b>	2.1.	4	2	2	8
		2.2.	4	1	1	4
		2.3.	4	1	1	6
	<b>Всього за модуль 2</b>		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>20</b>
	<b>3</b>	3.1.	6	3	3	6
		3.2.	6	2	3	4
	<b>Всього за модуль 3</b>		<b>12</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>23</b>
	Всього за поточний контроль		<b>40</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>70</b>
	Підсумковий контроль (залік)					<b>30</b>
	Разом					<b>100</b>

## II семестр

Вид контролю	Модуль	Тема	Навчальні заняття (підготовка та виконання)	Виконання індивідуальних завдань (ОР, реферат, РГР, РР та ін.)	Модульний (змістово-модульний) контроль	Всього балів (сума 4+5+6)
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
	4	4.1.	4	2	2	8
		4.2.	6	2	2	10

	4.3.	4	2	2	8
<b>Всього за модуль 4</b>		<b>14</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	5.1.	2	1	2	5
	5.2.	6	2	2	10
	5.3.	6	1	2	9
<b>Всього за модуль 5</b>		<b>14</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	6.1.	4	2	2	4
	6.2.	4	1	1	5
	6.3.	4	1	1	7
<b>Всього за модуль 6</b>		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>20</b>
Всього за поточний контроль		<b>40</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>70</b>
Підсумковий контроль (іспит)					<b>30</b>
Разом					<b>100</b>

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

### 1 семестр

Поточний контроль			Рейтинг з навчальної роботи R <sub>НР</sub>	Рейтинг з додаткової роботи R <sub>ДР</sub>	Рейтинг штрафний R <sub>ШТР</sub>	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3					
0-100	0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

### 2 семестр

Поточний контроль			Рейтинг з навчальної роботи $R_{нр}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{др}$	Рейтинг штрафний $R_{штр}$	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 4	Змістовий модуль 5	Змістовий модуль 6					
0-100	0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

**Примітки.** 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи  $R_{нр}$  стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{нр} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{зм} \cdot K^{(1)}_{зм} + \dots + R^{(n)}_{зм} \cdot K^{(n)}_{зм})}{K_{дис}} + R_{др} - R_{штр},$$

де  $R^{(1)}_{зм}, \dots, R^{(n)}_{зм}$  – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

$n$  – кількість змістових модулів;

$K^{(1)}_{зм}, \dots, K^{(n)}_{зм}$  – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{дис} = K^{(1)}_{зм} + \dots + K^{(n)}_{зм}$  – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{др}$  – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{штр}$  – рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти  $K^{(1)}_{зм} = \dots = K^{(n)}_{зм}$ . Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{нр} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{зм} + \dots + R^{(n)}_{зм})}{n} + R_{др} - R_{штр}.$$

**Рейтинг з додаткової роботи**  $R_{др}$  додається до  $R_{нр}$  і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

**Рейтинг штрафний**  $R_{штр}$  не перевищує 5 балів і віднімається від  $R_{нр}$ . Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Згідно із зазначеним Положенням **підготовка і захист курсового проекту (роботи)** оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 13. Методичне забезпечення

Все методичне забезпечення – лекційний матеріал, опис лабораторних робіт та завдання для самостійної роботи є на електронних носіях. Вся інформація надається студентам викладачем. Ця інформація може бути розміщена на сайті кафедри.

Матеріал інформаційного характеру, який в достатній мірі висвітлений в навчальній літературі, студенти опановують самостійно. **Рекомендована література є в достатній кількості в бібліотеці НУБіП України.**

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Бойко В.В., Булах Г.І., Гуменюк Я.О. (за редакцією В.В.Бойка). Фізика. Частина I. Механіка. Молекулярна фізика та термодинаміка. Електрика // **Навчальний посібник** (з грифом МОН України за № 1/11-7330 від 04.08.10 р.) , видання третє, перероблене і доповнене.-Київ, ВЦ «Азбука», 2012.- 371 с.

2. Бойко В.В., Сукач Г.О., Кідалов В.В. Фізика. **Підручник** для студентів нефізичних спеціальностей вищих навчальних закладів (гриф Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, лист № 1/11 - 11440 від 06 02. 2011 р.) вищих навчальних закладів // Донецьк: Вид-во та друк ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2012. – 488с.

3.Бойко В.В. Фізика. **Навчальний посібник** для студентів технічних та технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів України. //Навчальний посібник (з грифом МОН України за № 1.4 /18 – Г - 1434 від 27.08.07 р.) , видання друге, перероблене і доповнене. - Київ.: Видавництво „Профі”, 2012. –576 с.

4. Бойко В.В.,Булах Г.І.,Гуменюк Я.О.(за редакцією В.В.Бойка). Фізика Частина II. Електромагнетизм. Електромагнітні коливання та хвилі. Оптика. Елементи квантової фізики, фізики твердого тіла, атома та ядра //Навчальний посібник (з грифом МОН України за № 1/11-7330 від 04.08.10 р.), видання третє, перероблене і доповнене.-Київ, ВЦ «Азбука», 2012.- 319 с. (19,94 др. арк.)

5.Чолпан П.П. Фізика / П.П. Чолпан – К. : Вища шк., 2005. – 567 с.

6.Трофимова Т.М. Курс фізики / Т.М. Трофимова – М. : Высшая шк., 2003.- 542 с.

7.Фізика / Бланк О.Я., Гречко Л.Г. – Х. : Факт, 2002. – 344 с.

#### Допоміжна

1. Бойко В.В. Фізика / В.В. Бойко – К.: Арістей, 2007. – 576 с.

2. Курс фізики. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка / Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. – К.: Вища шк., 2002.- 375 с.

3. Курс фізики. Кн. 2. Електрика і магнетизм / Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. – К.: Вища шк., 2003.- 278 с.

4. Курс фізики. Кн. 3. Оптика. Фізика атома та атомного ядра / Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. – К.: Вища шк., 2003.- 311 с.

5. Загальний курс фізики. т.1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка / Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. – К. : Техніка, 2006.- 532 с.

6. Загальний курс фізики. т.2. Електрика і магнетизм / Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. – К. : Техніка, 2006.- 452 с.

7. Загальний курс фізики. т.3. Оптика. Квантова фізика / Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. – К. : Техніка, 2006.- 518 с.

8. Фізика для інженерних спеціальностей. Кредитно-модульна система.ч.1 / Куліш В.В., Соловйов А.М., Кузнєцова О.Я., Кулішенко В.М. – К. : Нац. авіц. ун-т., 2004. – 456 с.

9. Фізика для інженерних спеціальностей. Кредитно-модульна система.ч.2 / Куліш В.В., Соловйов А.М., Кузнєцова О.Я., Кулішенко В.М. – К. : Нац. авіц. ун-т., 2005. – 380 с.

10. Загальний курс фізики: Збірник задач / І.П.Гаркуша, І.Т.Горбачук, В.П.Корінний та ін.; за заг. ред. І.П.Гаркуші. – К.: Техніка, 2004. – 504 с.

11. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики. Ч.II. (Електрика. Магнетизм) / В.Д. Іскра, В.В.Бойко, О.І. Косенко, Ж.П. Ольховська. - К.: Вид. Національного аграрного університету., 1996. – 32 с.

12. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики. Оптика. Ч.І (Геометрична та хвильова оптика) / Косенко О.І., Ольховська Ж.П., Шаровський Б.В. - К.: Вид. Національного аграрного університету, 2002. – 51 с.
13. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики. Оптика. Ч.ІІ (Квантова оптика) / Іскра В.Д., Бойко В.В. - К.: Вид. Національного аграрного університету, 1999. – 50 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

Вивчення дисципліни „Фізика” передбачає використання інформаційно - комп'ютерних технологій (глобальна система Інтернет, електронні підручники, візуалізація фізичних явищ та процесів, оцінювання знань, обробка результатів фізичного експерименту в Mathcad, Excel) та результатів сучасних досліджень в галузях фізики.

**Все методичне забезпечення – лекційний матеріал, опис лабораторних робіт та завдання для самостійної роботи є на електронних носіях. Вся інформація надається студентам викладачем. Ця інформація може бути розміщена на сайті кафедри.**

Матеріал інформаційного характеру, який в достатній мірі висвітлений в навчальній літературі, студенти опановують самостійно. **Рекомендована література є в достатній кількості в бібліотеці НУБіП України.**