

Центральноукраїнський національний технічний університет

Кафедра вищої математики та фізики

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор

Проректор з науково-педагогічної роботи

\_\_\_\_\_ Андрій Кириченко

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Фізика**

спеціальність 208 «Агроінженерія»  
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Агроінженерія»  
(назва освітньої програми)

факультет агротехнічний  
(назва факультету)

2023 – 2024 навчальний рік

Розробники: к.п.н., доцент кафедри вищої математики та фізики  
Гур'євська О.М. \_\_\_\_\_  
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри вищої математики та фізики

Протокол від "28" серпня\_2023 року № 1

В.о. завідувача кафедри \_\_\_\_\_ ( Якименко С. М. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Декан факультету \_\_\_\_\_ ( Сало В. М. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

### 1. Опис навчальної дисципліни.

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни			
		денна форма навчання		заочна форма навчання	
Кількість кредитів – 9	Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство 208 Агроінженерія	Загальної підготовки			
Загальна кількість годин - 270		Рік підготовки			
		1-й		1-й	
		Семестр			
		1	2	1	2
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 год самостійної роботи студента – 4 год.	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції			
		32	32	4	4
		Практичні, семінарські			
		16	16	2	2
		Лабораторні			
		16	16	2	2
		Самостійна робота			
		56	86	112	142
Вид контролю:					
залік	екзам	залік	екзам		

Мова навчання: українська

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни.

**Мета** вивчення курсу фізики є засвоєння основних фізичних явищ, з їх механізмами, закономірностями, практичними застосуваннями; фундаментальних законів природи, на яких базується низка дисциплін інженерно-технологічного циклу. Правильні уявлення про природу фізичних явищ особливо важливі в процесі практичної діяльності інженера.

Завдання вивчення дисципліни є формування програмних компетентностей (ЗК - загальні компетентності, ФК - спеціальні (фахові) компетентності):

ЗК 7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК 2. Здатність проектувати механізовані технологічні процеси сільськогосподарського виробництва, використовуючи основи природничих наук.

**Програмні результати** вивчення дисципліни:

РН 1. Володіти гуманітарними, природничо-науковими та професійними знаннями; формулювати ідеї, концепції з метою використання у професійній діяльності.

## 3. Програма навчальної дисципліни.

### Розділ 1. Фізичні основи механіки.

Тема 1.1. Кінематика поступального та обертального руху

Тема 1.2. Динаміка поступального руху. Закон збереження імпульсу

Тема 1.3. Динаміка обертального руху

Тема 1.4. Робота та енергія.

### Розділ 2. Електростатика та постійний струм.

Тема 2.1. Електростатика. Теорема Остроградського - Гаусса. Напруженість та потенціал

Тема 2.2. Провідники та діелектрики в електростатичному полі. Електроємність. Конденсатори

Тема 2.3. Закони постійного електричного струму

Тема 2.4. Електричний струм у вакуумі. Термоелектричні явища. Електричний струм у газах

Тема 2.5. Діелектрики у електростатичному полі.

### Розділ 3. Електромагнетизм.

Тема 3.1. Магнітне поле у вакуумі. Закон Ампера. Закон повного струму. Сила Лоренца

Тема 3.2. Магнітне поле в речовині

Тема 3.3. Явище електромагнітної індукції. Індуктивність. Енергія магнітного поля

### Розділ 4. Види коливань. Хвильові процеси.

Тема 4.1. Гармонічні та згасаючі коливання

Тема 4.2. Вимушені коливання. Резонанс. Змінний струм

Тема 4.3. Пружні хвилі. Акустика. Ефект Доплера

## **Семестр 2.**

### **Розділ 5. Хвильова оптика.**

Тема 5.1. Інтерференція світла та її застосування.

Тема 5.2. Дифракція світла. Дисперсія та поглинання світла.

Тема 5.3. Поляризація світла.

### **Розділ 6. Квантова та атомна фізика.**

Тема 6.1. Закони теплового випромінювання.

Тема 6.2. Кванти світла та їх властивості. Зовнішній фотоефект. Ефект Комптона.

Тема 6.3. Корпускулярно-хвильовий дуалізм речовини. Формула де Бройля. Рівняння Шредінгера. Тунельний ефект.

Тема 6.4. Атом водню. Квантові числа. Принцип заборони Паулі.

### **Розділ 7. Фізика атомного ядра.**

Тема 7.1. Ядерна фізика. Розмір і склад ядра. Дефект маси та енергія зв'язку

Тема 7.2. Радіоактивність. Ядерні реакції. Реакції поділу та синтезу ядер.  
Ядерний реактор

### **Розділ 8. Молекулярна фізика та термодинаміка.**

Тема 8.1. Основні поняття молекулярної фізики та термодинаміки. Основи молекулярно-кінетичної теорії. Розподіл Максвелла. Розподіл Больцмана.

Тема 8.2. Перший закон термодинаміки та його застосування до процесів ідеального газу.

Тема 8.3. Другий закон термодинаміки. Ентропія.

### **Розділ 9. Фізика твердого тіла.**

Тема 9.1. Квантові статистики. Енергетичні зони в кристалах.

Тема 9.2. Напівпровідники. p-n-перехід.

## 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	у тому числі			
Лек.		Прак	Лаб.	Сам. роб.	
1	2	3	4	5	6
<b>Розділ 1. Фізичні основи механіки.</b>					
Тема 1.1. Кінематика поступального та обертального руху.	10	3	2	2	4
Тема 1.2. Динаміка поступального руху. Закон збереження імпульсу.	8	2	1	1	4
Тема 1.3. Динаміка обертального руху	8	2	1	1	3
Тема 1.4. Робота та енергія	8	2	1	1	4
<b>Розділ 2. Електростатика та постійний струм</b>					
Тема 2.1. Електростатика. Теорема Остроградського - Гаусса. Напруженість та потенціал.	10	3	2	1	4
Тема 2.2. Провідники та діелектрики в електростатичному полі. Електроємність. Конденсатори.	8	2	1	1	4
Тема 2.3. Закони постійного електричного струму.	9	2	1	2	3
Тема 2.4. Електричний струм у вакуумі.					
Термоелектричні явища. Електричний струм у газах	8	2	1	1	4
Тема 2.5. Діелектрики у електростатичному полі.	8	2	1	1	4
<b>Розділ 3. Електромагнетизм.</b>					
Тема 3.1. Магнітне поле у вакуумі. Закон Ампера. Закон повного струму. Сила Лоренца	9	3	1	1	4
Тема 3.2. Магнітне поле в речовині	8	2	1	1	4
Тема 3.3. Явище електромагнітної індукції. Індуктивність. Енергія магнітного поля	8	2	1	1	4
<b>Розділ 4. Види коливань. Хвильові процеси.</b>					
Тема 4.1. Гармонічні та згасаючі коливання.	9	3	1	1	3
Тема 4.2. Вимушені коливання. Резонанс. Змінний струм.	8	2	1	1	4
Тема 4.3. Пружні хвилі. Акустика. Ефект Доплера.	8	2	1	1	3
Усього за семестр 1	120	32	16	16	56
<b>Семестр 2</b>					
<b>Розділ 5. Хвильова оптика.</b>					
Тема 5.1. Інтерференція світла та її застосування.	13	3	2	1	7
Тема 5.2. Дифракція світла. Дисперсія та поглинання світла.	11	2	1	2	6
Тема 5.3. Поляризація світла.	10	2	1	1	6

1	2	3	4	5	6
<b>Розділ 6. Квантова та атомна фізика.</b>					
Тема 6.1. Закони теплового випромінювання.	13	3	2	1	7
Тема 6.2. Кванти світла та їх властивості. Зовнішній фотоелектричний ефект. Ефект Комптона.	10	2	1	1	6
Тема 6.3. Корпускулярно-хвильовий дуалізм речовини. Формула де Бройля. Рівняння Шредингера. Тунельний ефект.	10	2	1	1	6
Тема 6.4. Атом водню. Квантові числа. Принцип заборони Паулі.	10	2	1	1	6
<b>Розділ 7. Фізика атомного ядра.</b>					
Тема 7.1. Ядерна фізика. Розмір і склад ядра. Дефект маси та енергія зв'язку.	10	2	1	1	6
Тема 7.2. Радіоактивність. Ядерні реакції. Реакції поділу та синтезу ядер. Ядерний реактор.	10	2	1	1	6
<b>Розділ 8. Молекулярна фізика та термодинаміка.</b>					
Тема 8.1. Основні поняття молекулярної фізики та термодинаміки. Основи молекулярно-кінетичної теорії. Розподіл Максвелла. Розподіл Больцмана.	11	3	1	1	6
Тема 8.2. Перший закон термодинаміки та його застосування до процесів ідеального газу.	12	3	1	2	6
Тема 8.3. Другий закон термодинаміки. Ентропія.	10	2	1	1	6
<b>Розділ 9. Фізика твердого тіла.</b>					
Тема 9.1. Квантові статистики. Енергетичні зони в кристалах.	10	2	1	1	6
Тема 9.2. Напівпровідники. p-n-перехід.	10	2	1	1	6
Усього за семестр 2	150	32	16	16	86

### 5. Теми семінарських занять.

Не заплановані.

### 6. Теми практичних занять.

№ теми	№ зан.	Назва теми	Кількість годин
1	2	3	4
<b>1-й семестр</b>			
1	1	Кінематика поступального і обертального руху	2
2	2	Динаміка поступального руху. Закони збереження у механіці.	2
3	3	Динаміка обертального руху .	2
4	4	Електростатика	2

1	2	3	4
5	5	Постійний електричний струм	2
6	6	Магнітне поле. Явище електромагнітної індукції	2
7	7	Гармонічні, згасаючі та вимушені коливання	2
8	8	Механічні коливальні системи	2
<b>2-й семестр</b>			
1	1	Хвильова оптика. Інтерференція	2
2	2	Хвильова оптика. Дифракція	2
3	3	Квантова оптика	2
4	4	Основи фізики твердого тіла	2
5	5	Елементи фізики атомного ядра	2
6	6	Радіоактивність. Ядерні реакції. Реакції	2
7	7	Основи молекулярної фізики	2
8	8	Термодинаміка	2
Усього			32

### 7. Теми лабораторних занять

№ заняття	Шифр роботи	Назва лабораторної роботи	К-ть годин
1	2	3	4
1-й семестр			
1	М-1	Дослідження поступального руху на машині Атвуда	2
2	М-2	Дослідження законів динаміки обертального руху	2
3	М-5	Визначення швидкості тіла за допомогою крутильного маятника	2
4	Е-1	Вимір опору за допомогою мосту Уїтстона	2
5	Е-13	Визначення ємності конденсатора за допомогою неонові лампи	2
6	К-2	Вивчення коливань пружинного маятника	2
7	К-3	Визначення параметрів загасання коливального контуру за допомогою осцилографа	2
2-й семестр			
1	О-4	Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної ґратки	2
2	О-9	Визначення сталої Стефана – Больцмана	2
3	А-23	Визначення активності, яка відповідає радіоактивному фону	2



1	2	3	4
4	A-29	Визначення потужності дози радіоактивного випромінювання	2
5	T-2	Визначення коефіцієнта в'язкості та середньої довжини вільного пробігу молекул повітря	2
6	A-4	Визначення властивостей р-п переходу та зняття його вольт-амперної характеристики	2
7	A-10	Дослідження фоторезистора	2
Усього			28

### 8. Самостійна робота.

№ теми	Назва теми	К-ть годин
1	2	3
1 семестр.		
1	Елементи векторної алгебри	4
2	Сили інерції	4
3	Пружні напруження. Закон Гука. Розтяг стержнів.	4
4	Рівняння рівноваги та руху рідини. Гідростатика нестискаємої рідини. Рівняння Бернуллі. Гідростатика в'язкої рідини. Формула Пуазейля	10
5	Вивчення лекційного матеріалу	18
6	Підготовка до практичних та лабораторних занять	16
	Разом.	56
2 семестр.		
7	Дифракційна ґратка. Ґратка як спектральний прилад	10
8	Елементи кристалооптики. Електрооптичні та магнітооптичні явища	9
9	Проходження частинок над та під потенціальним бар'єром. Гармонічний осцилятор	9
10	Будова кристалів. Дефекти в кристалах. Дослідження пластичності.	9
11	Теплоємність кристалів при низьких температурах	9
12	Вивчення лекційного матеріалу.	20
	Підготовка до практичних та лабораторних занять	20
	<b>Разом</b>	<b>86</b>

## 9. Методи навчання.

Вивчення теоретичного матеріалу на лекціях, застосування та закріплення теоретичного матеріалу при розв'язку задач, виконання та захист лабораторних робіт, самостійна робота при підготовці до занять.

Студенти заочної форми навчання в 1 та 2 семестрах також виконують контрольні роботи. Контрольні роботи виконуються в окремих зошитах і здаються на перевірку викладачеві не менше, ніж за тиждень до екзамену або заліку.

## 10. Контроль знань

Методи контролю: Поточний контроль знань на практичних заняттях, захист лабораторних робіт, контрольні роботи, тести, заліки, екзамени, ректорські контрольні роботи, контрольні роботи (для студентів заочної форми навчання).

Критерії оцінки іспиту:

**оцінку «відмінно» (90-100 балів, А)** заслуговує студент, який:

- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;
- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

**оцінку «добре» (82-89 балів, В)** – заслуговує студент, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;
- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;
- під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;

**оцінку «добре» (74-81 бал, С)** заслуговує студент, який:

- в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;
- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;

- опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

**оцінку «задовільно» (64-73 бали, D)** – заслуговує студент, який:

- знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;

- виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;

- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;

- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

**оцінку «задовільно» (60-63 бали, E)** – заслуговує студент, який:

- володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

**оцінка «незадовільно» (35-59 балів, FX)** – виставляється студенту, який:

- виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

**оцінку «незадовільно» (35 балів, F)** – виставляється студенту, який:

- володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;

- допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;

- не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

При виставленні оцінки враховуються результати навчальної роботи студента протягом семестру.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E	задовільно	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 11. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики. Частина 1: Механіка.
2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики. Частина 2: Термодинаміка.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики. Частина 3 Електрика і магнетизм.
4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики. Частина 4: Коливання і хвилі.
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики. Частина 4: Оптика.
6. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики. Частина 5: Атомна фізика, фізика твердого тіла, ядерна фізика.
7. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з фізики.

### 12. Рекомендована література

Базова

1. Чолпан П.П. Фізика: Підручник. – К.: Вища школа, 2003. — 567 с.
2. Курс фізики: Навчальний підручник / І.Р. Зачек, І.М. Кравчук, Б.М. Романишин, В.М. Габа, Ф.М. Гончар; За ред. І.Є. Лопатинського. – Львів: Бескид-Біт, 2002. – 376 с.
3. Кучерук І.М. Загальний курс фізики: У трьох томах. Т.1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик. – К. : Техніка, 2006. – 532 с.
4. Кучерук І.М. Загальний курс фізики: У трьох томах. Т.2. Електрика і магнетизм / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик. – К. : Техніка, 2006. – 452 с.
5. Кучерук І.М. Загальний курс фізики: У трьох томах. Т.3. Оптика. Квантова фізика / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук. – К. : Техніка, 2006. – 518 с.
6. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика. – К.: Вища школа, 1993. – 433 с.
7. Загальний курс фізики: Збірник задач / Гаркуша І.П., Курінний І.Т. та ін.; За заг. ред. І.П. Гар-куші. – К.: Техніка, 2004. – 560 с.
8. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти/ І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик; За ред. І.М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999. – 532 с.
9. Фізика: Методичні вказівки до розв'язку задач для студентів спеціальностей 8.090202, 8.090203, 8.090205, 8.090206, 7.090258, 8.090214, 8.090215, 8.090303, 8.090603, 8.091402, 8.091501, 8.091502, 8.091901, 7.091401, 8.070801, 7.092101, 8.130102 денної та заочної форми навчання. / Укл.: В.І. Ковальчук, М.К. Дряпіко, В.Я. Воробейчик та ін. – Кіровоград: КДТУ. – 2001. – 115 с.
10. Фізика. Частина 1. Механіка. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальностей 6.090101, 6.040106, 6.050503, 6.100102, 6.050503, 6.050504, 6.060101, 6.070106, 6.050201, 6.050701, 6.100101, 6.050502, 6.050205 денної та заочної форми навчання. / Укл.: В.І. Ковальчук, В.Я. Воробейчик, М.С. Якименко – Кіровоград: КНТУ, 2013. – 72 с.
11. Фізика. Частина 2. Електрика та магнетизм: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальностей 6.090101, 6.040106,

- 6.050503, 6.100102, 6.050503, 6.050504, 6.060101, 6.070106, 6.050201, 6.050701, 6.100101, 6.050502, 6.050205 денної та заочної форми навчання денної та заочної форми навчання. / Укл.: В.І. Ковальчук, В.Я. Воробейчик, М.С. Якименко – Кіровоград: КНТУ, 2013. – 78 с.
12. Фізика. Частина V. Коливання та хвилі: Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальностей 8.090202, 8.090203, 8.090205, 8.090206, 7.090258, 8.090214, 8.090215, 8.090303, 8.090603, 8.091402, 8.091502, 8.091401, 8.091501, 8.091901, 8.070801, 7.092101, 8.130102, денної та заочної форми навчання. / Укл.: В.І. Ковальчук, В.Я. Воробейчик. – Кіровоград: КДТУ, 2003. – 65 с.
13. Фізика. Частина IV. Оптика: Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальностей 8.090202, 8.090203, 8.090205, 8.090206, 7.090258, 8.090214, 8.090215, 8.092303, 8.091401, 8.091501, 8.091502, 8.090603, 8.091402, 8.091901, 8.070801, 7.092101, 8.130102 денної та заочної форми навчання. / Укл.: В.І. Ковальчук, В.Я. Воробейчик, Сиволап В.Є. – Кіровоград: КДТУ, 2003 – 59 с.
14. Фізика. Частина VI. Атомна фізика. Фізика твердого тіла. Ядерна фізика. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальностей 8.090202, 8.090203, 8.090205, 8.090206, 7.090258, 8.090214, 8.090215, 8.090303, 8.090603, 8.091402, 8.091502, 8.091401, 8.091501, 8.091901, 8.070801, 7.092101, 8.130102 денної та заочної форми навчання. / Укл.: Михайлов Є.Г., Воробейчик В.Я. та ін. – Кіровоград: КНТУ, 2004. – 116 с.
15. Фізика. Частина III. Молекулярна фізика і термодинаміка: Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальностей 8.090202, 8.090203, 8.090205, 8.090206, 7.090258, 8.090214, 8.090215, 8.092303, 8.091401, 8.091501, 8.091502, 8.090603, 8.091402, 8.091901, 8.070801, 7.092101, 8.130102 денної та заочної форми навчання. / Укл.: В.І. Ковальчук, В.Я. Воробейчик, В.Є. Сиволап. – Кіровоград: КДТУ, 2003 – 25 с.

#### **Допоміжна.**

1. Андріяшик Марія Василівна. Курс фізики. Модульно – рейтингова система навчання: підруч. для студ. вищ. техн. навч. закл./ Андріяшик М.В., Вербицький Б.І., Король А.М. – К.: НВЦ «Фламенко», 2008.-530 с.
2. Волков О.Ф., Лумпієва Т.П. Курс фізики: У 2-х т. Т.1: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електростатика. Постійний струм. Електромагнетизм: Навчальний посібник для студентів інженерно – технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 224 с.
3. Волков О.Ф., Лумпієва Т.П. Курс фізики: У 2-х т. Т.2: Коливання і хвилі. Хвильова і квантова оптика. Елементи квантової механіки. Основи фізики твердого тіла. Елементи фізики атомного ядра: Навчальний посібник для студентів інженерно – технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 208 с.

#### **Інформаційні ресурси**

1. <http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=263>