

Del  
25.04.16r.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
"Харківський авіаційний інститут"

Кафедра "Фізики"



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету

радіотехнічних систем ЛА

д.т.н., професор Горбенко А.Е

07

2016 рок

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Фізика

(шифр і назва навчальної дисципліни)

**Галузі знань:** 13 «Механічна інженерія», 14 «Електрична інженерія»,  
27 «Транспорт»

(шифр і назва галузі знань)

**Спеціальності:** 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», 131 «Прикладна  
механіка», 133 «Галузеве машинобудування», 144 «Теплоенергетика»  
272 «Авіаційний транспорт», 274 «Автомобільний транспорт»,

(шифр і назва напряму підготовки)

**Освітній рівень:** перший бакалаврський

Розробник: Охрімівський А.М., доцент кафедри фізики, к.ф.-м.н.

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри фізики  
протокол № 13 від "21" 06 2016 р.

Завідувач кафедри фізики, д.т.н., професор

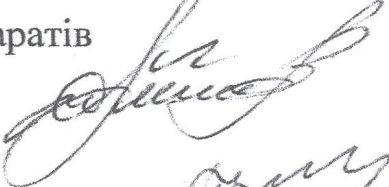
Таран А.О.


Ухвалено методичною комісією факультету радіотехнічних систем ЛА  
протокол № 1, від «23» 06 2016 року


Харків  
2016 рік


Узгоджено


- Ч.О. Зав. кафедри міцності літальних апаратів  
(каф. 102), д.т.н, професор  
« » липня 2016 р.


 Фомичов П. О.
- Зав. кафедри проектування літаків і  
вертольотів (каф. 103), д.т.н, професор  
« » липня 2016 р.


 Гребеніков О. Г.
- В.о. зав.кафедри технології виробництва ЛА  
(каф. 104), к.т.н, **ДОЦЕНТ**  
« » липня 2016 р.

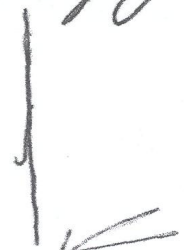
 Брега Д. А.
- Зав. кафедри автомобілів і транспортної  
інфраструктури (каф. 107), д.т.н, професор  
« » липня 2016 р.

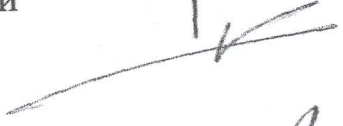
 Тараненко М. Є.
- Зав. кафедри теорії авіаційних двигунів (каф.  
201), д.т.н, професор  
« » липня 2016 р.


 Бойко Л. Г.
- Зав. кафедри теоретичної механіки,  
машинознавства і робототехнічних систем  
(каф. 202), д.ф.-м.н, професор  
« 25 » липня 2016 р.


 Меньшиков В. О.
- Зав. кафедри конструкції авіаційних двигунів  
(каф. 203), д.т.н, професор  
« » липня 2016 р.


 Єпіфанов С. В.
- Зав. кафедри технологій виробництва  
авіаційних двигунів (каф. 204), д.т.н, професор  
« » липня 2016 р.

 Долматов А. І.
- Зав. кафедри аерокосмічної теплотехніки  
(каф. 205), д.т.н, професор  
« » липня 2016 р.

 Гакал П. Г.
- Зав. кафедри конструкцій і проектування  
ракетної техніки, (каф. 401), д.т.н, доцент  
« » липня 2016 р.

 Кондратьєв А. В.
- Зав. кафедри космічної техніки та  
нетрадиційних джерел енергії,  
(каф. 402), к.т.н, професор  
« » липня 2016 р.

 Губін С. В.
- Зав. кафедри композитних конструкцій та  
авіаційного матеріалознавства, (каф. 403),  
к.т.н, доцент  
« » липня 2016 р.

 Шевцова М. А.

Опис навчальної дисципліни „Фізика”

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів – 10,5	Галузі знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> , <u>14 «Електрична інженерія»</u> , <u>27 «Транспорт»</u> (шифр і назва)	Обов'язкова	
Змістових модулів – 5	<b>Спеціальності:</b> <u>134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»</u> , <u>131 «Прикладна механіка»</u> , <u>133 «Галузеве машинобудування»</u> , <u>144 «Теплоенергетика»</u> <u>272 «Авіаційний транспорт»</u> , <u>274 «Автомобільний транспорт»</u> (шифр і назва)	<b>Рік підготовки:</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>немає</u> (назва)		2016/2017	
Загальна кількість годин – 315 год.		<b>Семестр</b>	
		<b>1-й</b>	<b>2-й</b>
		<b>Лекції</b>	
		30 год.	38 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: <b>1-й семестр</b> аудиторних – 5год. самостійної роботи студента – 3 год.	Освітній рівень: Перший - бакалаврський	30 год.	38 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		15 год.	19 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		45 год.	100 год.
		<b>Індивідуальні завдання</b>	
		0	0
<b>Вид контролю</b>			
	Іспит	Іспит	
Тижневих годин для денної форми навчання: <b>2-й семестр</b> аудиторних – 5 год. самостійної роботи студента – 5,3 год.			

**Примітка**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 170/145.

**Мета вивчення**

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

**Розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять**

Термін вивчення дисципліни	Загальний обсяг залікові кредити/ години	Аудиторних занять, годин	Самостійна робота, годин	Контрольний захід
семестр 1.01	4/120	75	45	іспит
семестр 1.02	6.5/195	95	100	іспит
РАЗОМ	10.5/315	170	145	

Структура робочої програми навчальної дисципліни  
„Фізика”

Тема	лекційних годин	практичних годин	лабораторних занять	самостійної роботи	Всього
1	2	3	4	5	6
<b>Семестр 1.01</b>					
<b>Змістовний модуль 1: Фізичні основи механіки 1</b>					
1. Механічний рух. Кінематика матеріальної точки.	4	4	-	5	13
2. Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок.	4	4	2	7	17
3. Кінематика та динаміка обертального руху абсолютно твердого тіла	4	4	6	8	22
4. Елементи статички	2	2	-	4	8
<b>Разом</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>60</b>
<b>Змістовний модуль 2: Фізичні основи механіки 2</b>					

5. Механічна робота, потужність, енергія. Потенціальні силові поля.	5	6	-	2	13
6. Елементи гідромеханіки	3	2	-	3	8
7. Коливальний процес. Механічні гармонічні коливання.	3	4	4	6	17
8. Затухаючі та вимушені коливання.	3	2	2	5	12
9. Хвильові процеси.	2	2	1	5	10
<b>Разом</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>60</b>
<b>Разом за семестр 1.01</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>120</b>
<b>Семестр 1.02</b>					
<b>Змістовний модуль 3: Молекулярна фізика і термодинаміка</b>					
10. Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу.	3	4	-	8	15
11. Перший та другий закони термодинаміки. Теплові машини.	5	4	2	9	20
12. Явища переносу в нерівноважних системах	2	2	2	8	14
<b>Разом</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>49</b>
<b>Змістовний модуль 4: Електрика і магнетизм</b>					
13. Електричне поле у вакуумі.	2	2	2	5	11
14. Теорема Гаусса.	1	1	-	2	4
13. Електричний потенціал.	2	2	2	5	11
15. Електричне поле у середовищі. Електроємність.	1	1	-	3	5
16. Постійний електричний струм.	2	2	2	5	11
17. Рух заряджених частинок у магнітному полі. Струм у магнітному полі.	2	2		5	9
18. Магнітне поле і його властивості.	2	2	-	5	9
19. Явище електромагнітної індукції.	2	2	2	5	11
20. Магнітне поле у речовині. Самоіндукція. Індуктивність.	1	1	1	4	7
21. Рівняння Максвелла. Електромагнітні хвилі.	1	1	-	4	6
<b>Разом</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>43</b>	<b>84</b>

<b>Змістовний модуль 5: Хвильова оптика і сучасна фізика</b>					
22. Інтерференція світла.	2	2	2	5	11
23. Дифракція світла.	2	2	-	4	8
24. Взаємодія світла з речовиною.	2	2	2	5	11
25. Теплове випромінювання.	2	2	-	4	8
26. Квантові властивості світла.	2	2	2	5	11
27. Основи квантової механіки.	1	1	-	4	6
28. Елементи ядерної фізики.	1	1	-	5	7
<b>Разом</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	<b>62</b>
<b>Разом за семестр 1.02</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>19</b>	<b>100</b>	<b>195</b>
<b>Разом з дисципліни</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>145</b>	<b>315</b>

### **Зміст робочої програми навчальної дисципліни «Фізика»**

#### ***Змістовний модуль № 1: Фізичні основи механіки 1***

##### ***Лекційні заняття***

##### **Тема 1. Механічний рух. Кінематика матеріальної точки.**

Механічний рух. Уявлення про властивості простору та часу, що покладені до основи класичної механіки. Матеріальна точка, як найпростіший об'єкт вивчення. Елементи кінематики матеріальної точки. Кінематичні характеристики руху. Радіус-вектор, швидкість та прискорення точки як похідні радіуса-вектора за часом. Нормальне і тангенціальне прискорення. Радіус кривини траєкторії. Задачі кінематики і основні методи їх розв'язку.

##### **Тема 2. Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок.**

Динаміка матеріальної точки і абсолютно твердого тіла. Замкнута система тіл. Зовнішні та внутрішні сили. Другий закон Ньютона в універсальній та диференціальній формах. Основна задача динаміки та принципова схема її розв'язку. Система матеріальних точок. Центр мас механічної системи. Теорема про рух центру мас системи матеріальних точок. Закон збереження імпульсу як фундаментальний закон природи, що впливає з однорідності простору. Абсолютно тверде тіло. Поступальний рух абсолютно твердого тіла.

##### **Тема 3. Кінематика та динаміка обертального руху абсолютно твердого тіла.**

Обертальний рух абсолютно твердого тіла. Елементи кінематики обертального руху: вектор елементарного кута повороту тіла, кутова швидкість та кутове прискорення. Зв'язок між лінійними та кутовими швидкостями і прискореннями точок тіла, що обертається.

Момент імпульсу матеріальної точки відносно нерухомої точки. Момент сили відносно відносно нерухомої точки. Рівняння моментів. Момент імпульсу системи матеріальних точок та твердого тіла відносно нерухомої осі обертання. Основне рівняння динаміки обертального руху твердого тіла. Момент інерції точки, системи матеріальних точок та тіла відносно осі обертання. Моменти інерції тіл простої форми (кільця, диску та стрижня). Теорема

Штейнера. Закон збереження моменту імпульсу та його зв'язок з ізотропністю простору.

#### **Тема 4. Елементи статyki.**

Еквівалентна система сил. Рівнодіюча. Пара сил. Додавання паралельних сил. Додавання пар сил. Умови рівноваги.

#### **Практичні заняття**

---

1. Кінематика поступального руху. Швидкість, прискорення, радіус кривизни траєкторії. – 4 год.
  2. Динаміка поступального руху. Головна задача динаміки. Визначення сили або кінематичних характеристик руху. – 4 год.
  3. Кінематика обертального руху. Визначення кутового прискорення, кутової швидкості, їх зв'язок з лінійними характеристиками руху. Динаміка обертального руху. Визначення динамічних характеристик при обертальному русі. – 4 год.
  4. Елементи статyki. – 2 год.
- 

### ***Змістовний модуль № 2: Фізичні основи механіки 2***

#### **Лекційні заняття**

#### **Тема 5. Механічна робота, потужність, енергія. Потенціальні силові поля.**

Енергія як універсальна міра різноманітних форм руху і взаємодії. Робота змінної сили і її вираз через криволінійний інтеграл. Потужність. Робота сил пружності, тяжіння, гравітаційної взаємодії, центральних сил. Кінетична енергія механічної системи та її зв'язок з роботою зовнішніх та внутрішніх сил. Консервативні та неконсервативні сили. Гіроскопічні сили. Робота при обертальному русі. Кінетична енергія тіла, що обертається, та тіла, що котиться.

Поле, як форма матерії, що забезпечує силові взаємодії. Потенціальні силові поля. Умова потенціальності силового поля. Потенціальна енергія матеріальної точки у зовнішньому силовому полі і її зв'язок із силою, яка діє на матеріальну точку з боку цього поля. Потенціальна енергія в полі тяжіння та гравітаційної взаємодії. Потенціальна енергія пружно деформованої пружини.

Потенціальна енергія механічної системи. Закон збереження механічної енергії. Дисипація енергії. Закон збереження енергії, як проявлення однорідності часу.

#### **Тема 6. Елементи гідромеханіки**

Загальні властивості рідин та газів. Гідростатика рідини, що не стискається. Кінематика рідини. Рівняння неперервності. Рівняння Бернуллі. Формула Торрічеллі. Підйомна сила.

#### **Тема 7. Коливальний процес. Механічні гармонічні коливання.**

Коливальний процес. Гармонічні механічні коливання. Кінематичні характеристики гармонічних коливань. Додавання гармонічних коливань одного напрямку. Биття. Метод вектора амплітуди, що обертається. Додавання взаємно перпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу.

---

Диференціальне рівняння вільних незатухаючих коливань і його розв'язок. Пружинний та математичний маятники, періоди їх коливань. Фізичний маятник, період його коливань. Зведена довжина фізичного маятника. Енергія гармонічних коливань.

### **Тема 8. Затухаючі та вимушені коливання.**

Диференціальне рівняння вільних затухаючих коливань і його розв'язок. Коефіцієнт затухання. Логарифмічний декремент затухання Аперіодичні процеси. Диференціальне рівняння вимушених коливань і його розв'язок. Амплітуда зміщення та фаза вимушених коливань. Поняття про механічний резонанс. Резонанс у техніці.

### **Тема 9. Хвильові процеси.**

Суцільне середовище. Хвильові процеси. Механізм утворення механічних хвиль в пружних середовищах. Поздовжні та поперечні хвилі. Рівняння біжучої хвилі. Плоска та сферична біжучі хвилі. Довжина хвилі та хвильове число.

Хвильове рівняння. Фазова швидкість та дисперсія хвиль. Енергія хвилі. Хвильовий пакет. Групова швидкість. Когерентність хвиль. Інтерференція хвиль. Утворення стоячих хвиль. Рівняння стоячої хвилі та його аналіз.

### **Практичні заняття**

1. Робота, енергія, закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу. Потенціальна енергія. – 6 год.
2. Елементи гідромеханіки. – 2 год.
3. Коливальний процес. Механічні гармонічні коливання. – 3 год.
4. Затухаючі та вимушені коливання. Хвильові процеси. – 3 год.

### **Лабораторні заняття в семестрі 1.01.**

*(вступне заняття, чотири лабораторних роботи із наведеного переліку чи п'ять лабораторних робіт в залежності від розкладу занять (чисельник/знаменник), два підсумкових заняття)*

- Центральне пружне зіткнення куль.
- Перевірка основного закону динаміки обертального руху за допомогою хрестоподібного маятника Обербека.
- Перевірка закону збереження енергії та визначення моменту інерції тіла за допомогою маятника Максвелла.
- Вимір моменту інерції вала і сили тертя в опорі.
- Визначення моменту інерції твердого тіла за методом крутильних коливань.
- Вивчення залежності моменту інерції тіла від положення осі обертання.
- Вимір моменту інерції колеса за методом коливань.
- Визначення швидкості кулі за допомогою балістичного маятника.
- Визначення прискорення сили тяжіння за допомогою фізичного маятника.
- Затухаючі крутильні коливання та їх закономірності.
- Вимір швидкості звуку в повітрі за методом стоячих хвиль.
- Вимір швидкості звуку в повітрі за методом зміщення фаз.
- Вивчення стоячих хвиль в горизонтальній струні.



- Визначення швидкості звуку в металах за методом стоячих хвиль в приладі Кундта.

### ***Змістовний модуль № 3: Молекулярна фізика і термодинаміка***

#### **Тема 10. Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу.**

Ідеальний газ. Тиск газу з точки зору молекулярно-кінетичної теорії. Головне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу. Середня кінетична енергія поступального руху молекул. Молекулярно-кінетичне тлумачення термодинамічної температури. Кількість ступенів вільності молекули. Закон рівномірного розподілу енергії за ступенями вільності молекул. Внутрішня енергія ідеального газу.

#### **Тема 11. Перший та другий закони термодинаміки. Теплові машини.**

Робота газу при змінюванні його об'єму. Кількість теплоти. Перший закон термодинаміки. Використання першого закону термодинаміки в аналізі ізопроцесів ідеального газу. Теплоємність. Питома та молярна теплоємності. Залежність теплоємності ідеального газу від типу процесу. Формула Маєра. Рівняння Пуассона для адіабатичного процесу.

Оборотні та необоротні процеси. Коловий процес (цикл). Теплові двигуни та холодильні машини, їх ККД. Цикл Карно та його ККД. Другий закон термодинаміки. Зведена кількість теплоти. Нерівність Клаузіуса. Ентропія. Інтегральне та диференціальне визначення ентропії. Ентропія ідеального газу. Термодинамічна імовірність стану системи. Формула Больцмана для ентропії.

#### **Тема 12. Явища переносу в нерівноважних системах.**

Середнє число зіткнень та середня довжина вільного пробігу молекул. Поняття про вакуум. Явища переносу в термодинамічно нерівноважних системах. Дослідні закони дифузії, внутрішнього тертя та теплопровідності. Молекулярно-кінетична теорія цих явищ. Коефіцієнти дифузії, внутрішнього тертя та теплопровідності.

#### **Практичні заняття**

1. Основи молекулярно-кінетичної теорії газів. – 4 год.
2. Перший закон термодинаміки і його використання в аналізі процесів в ідеальному газі. – 2 год.
3. Теплові машини. Другий закон термодинаміки. – 2 год.
4. Явища переносу. – 2 год.

### ***Змістовний модуль № 4: Електрика і магнетизм***

#### **Лекційні заняття**

#### **Тема 13. Електричне поле у вакуумі.**

Електромагнітна взаємодія. Електричний заряд і його властивості. Закон збереження електричного заряду. Закон Кулона для вакууму і середовища.

Електричне поле. Напруженість електричного поля. Напруженість електричного поля точкового заряду. Силкові лінії електричного поля та їх властивості. Принцип суперпозиції електричних полів. Електричне поле електричного диполя, електричний дипольний момент. Диполь в однорідному і неоднорідному електричних полях.

#### **Тема 14. Теорема Гаусса.**

Поняття про потік вектора. Теорема Гауса для вектора  $\vec{E}$ . Лінійна, поверхнева та об'ємна густина зарядів. Застосування теореми Гауса для розрахунку електростатичних полів. Напруженість електричного поля рівномірно заряджених сфери, нескінченно довгого циліндру, нескінченно довгої тонкої нитки. Електричне поле нескінченної рівномірно зарядженої площини. Теорема Гауса для вектора  $\vec{E}$  в диференціальній формі. Поняття про дивергенцію вектора.

#### **Тема 15. Електричний потенціал.**

Робота в електростатичному полі. Потенціал електростатичного поля. Еквіпотенціальні лінії і поверхні. Зв'язок напруженості електростатичного поля з потенціалом і потенціалу (різниці потенціалів) з напруженістю електростатичного поля. Потенціал рівномірно заряджених сфери, нескінченно довгого циліндру, нескінченно довгої тонкої нитки. Рівняння Пуасона та Лапласа. Основна задача електростатики і схема її розв'язку.

Провідники в електричному полі. Поле всередині провідників та на їх поверхні. Розподіл зарядів і потенціалу в провідниках.

#### **Тема 16. Електричне поле у середовищі. Електроємність.**

Електростатичне поле в середовищі. Вільні та зв'язані заряди в діелектриках. Типи діелектриків. Деформаційна та орієнтаційна поляризація, іонне зміщення. Вектор поляризації. Поляризуємість молекули. Зв'язок нормальної складової вектора поляризації з поверхневою густиною зв'язаних зарядів. Теорема Гауса для електричного зміщення в інтегральній та диференціальній формах. Зв'язок між векторами  $\vec{D}$ ,  $\vec{E}$  і  $\vec{P}$ . Діелектрична сприйнятливість та проникність середовища.

Поняття про електричну ємність. Електроємність відокремленого провідника. Ємність кулі, Землі. Взаємна електроємність двох провідників. Конденсатори та їх електроємність. Ємність плоского циліндричного та сферичного конденсаторів. Послідовне і паралельне з'єднання конденсаторів. Енергія зарядженого відокремленого провідника та конденсатора. Енергія електричного поля. Об'ємна густина енергії електричного поля.

#### **Тема 17. Постійний електричний струм.**

Постійний електричний струм. Класифікація струмів. Характеристики та умови існування електричного струму. Сила струму, густина струму. Зв'язок між густиною струму та швидкістю упорядкованого руху носіїв струму.

Закон Ома в диференціальній формі. Закон Ома для однорідної ділянки електричного кола в інтегральній формі. Електрорушійна сила (ЕРС). Закон Ома для неоднорідної ділянки кола. Розгалужені електричні кола. Правила Кірхгофа. Закон Джоуля-Ленца в інтегральній та диференціальній формах.

Основні положення класичної електронної теорії Друде-Лоренца. Отримання закону Ома та закону Джоуля-Ленца в класичній електронній теорії.

Труднощі класичної теорії електропровідності металів. Природа електричного опору. Температурна залежність питомого опору.

---

### **Тема 18. Рух заряджених частинок у магнітному полі. Струм у магнітному полі.**

Рух заряджених частинок у магнітному полі. Сила Лоренца. Магнітна індукція. Провідник зі струмом у магнітному полі. Сила Ампера. Контур зі струмом у однорідному магнітному полі. Магнітний момент витка зі струмом. Момент сил, що діє на контур зі струмом у магнітному полі. Принцип дії електричного двигуна. Контур зі струмом у неоднорідному магнітному полі.

### **Тема 19. Магнітне поле і його властивості.**

Магнітне поле рухомого заряду. Магнітне поле провідника зі струмом. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле і його властивості. Силкові лінії магнітного поля та їх властивості.

Магнітна індукція поля утвореного прямолінійним провідником зі струмом. Магнітна індукція колового струму. Магнітна взаємодія струмів. Одиниця сили струму – ампер.

Вихровий характер магнітного поля. Закон повного струму (теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції) для магнітного поля у вакуумі. Магнітне поле соленоїда та тороїда.

### **Тема 20. Явище електромагнітної індукції.**

Магнітний потік. Теорема Гауса для вектора магнітної індукції. Робота по переміщенню провідника та контуру зі струмом у магнітному полі. Потокозчеплення. Явище електромагнітної індукції. Закон електромагнітної індукції Фарадея. Правило Ленца. Різниця потенціалів на кінцях провідника, що рухається у магнітному полі. ЕРС в рамці, що обертається у магнітному полі. Вихрове електричне поле. Струми Фуко. Закон електромагнітної індукції у диференціальній формі.

### **Тема 21. Магнітне поле у речовині. Самоіндукція. Індуктивність.**

Магнітне поле у речовині. Мікро- та макроструми. Магнітні моменти атомів. Типи магнетиків. Намагніченість. Теорема про циркуляцію напруженості магнітного поля. Зв'язок поміж векторами  $\vec{B}$ ,  $\vec{H}$  і  $\vec{M}$ . Магнітна сприйнятливність та проникність середовища.

Елементарна теорія діа- та парамагнетизму.

Феромагнетики. Крива намагнічування. Магнітний гістерезис. Домени.

Явище самоіндукції. Індуктивність. Індуктивність довгого соленоїда.

Струми при замиканні та розмиканні електричних кіл з індуктивністю. Екстра ЕРС. Енергія системи провідників зі струмом. Енергія магнітного поля. Об'ємна густина енергії магнітного поля.

### **Тема 22. Рівняння Максвела. Електромагнітні хвилі.**

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

Хвильове рівняння. Електромагнітні хвилі у вакуумі. Основні властивості електромагнітних хвиль. Енергія електромагнітних хвиль. Вектор Пойнтінга. Густина потоку енергії, інтенсивність. Шкала електромагнітних хвиль.

---

### Практичні заняття

1. Електричне поле у вакуумі. Теорема Гауса. – 3 год.
2. Електричний потенціал. Електроємність. Електричне поле у середовищі. – 3 год.
3. Постійний електричний струм. – 2 год.
4. Рух заряджених частинок у магнітному полі. – 2 год.
5. Магнітне поле і його властивості. – 2 год.
6. Явища електромагнітної індукції та самоіндукції. – 3 год.
7. Теорія єдиного електромагнітного поля (теорія Максвелла). – 1 год.

### *Змістовний модуль №5: Хвильова оптика і сучасна фізика*

#### Лекційні заняття

#### **Тема 23. Інтерференція світла.**

Інтерференція світла. Монохроматичність та когерентність світлових хвиль. Методи одержання когерентних джерел світла. Умови максимумів та мінімумів інтенсивності при інтерференції світла. Оптична довжина ходу променя. Оптична різниця ходу променів. Розрахунок інтенсивності світла на екрані при інтерференції від двох когерентних джерел світла. Інтерференція світла в тонких плівках. Просвітлення оптики. Інтерференція світла на клині. Інтерферометри.

#### **Тема 24. Дифракція світла.**

Дифракція світла і її умови. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Радіус зони Френеля. Векторна діаграма для розрахунку результуючої амплітуди. Дифракція Френеля на круглому отворі та диску. Дифракція Фраунгофера на щілині та дифракційних ґратах. Роздільна здатність оптичних пристроїв.

Дифракція на просторових ґратах. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Бреґа.

#### **Тема 25. Взаємодія світла з речовиною.**

Поглинання світла. Закон Бугера. Поляризація світла. Природне та поляризоване світло. Поляризація світла при відбиванні. Закон Брюстера. Аналіз поляризованого світла. Закон Малюса. Оптично неоднорідні середовища. Поляризація світла при розсіюванні. Подвійне променезаломлення. Одновісні кристали. Поляроїди та поляризаційні призми. Оптична штучна анізотропія. Ефекти Керра та Фарадея. Ефект Доплера. Випромінювання Вавілова-Черенкова.

#### **Тема 26. 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.

### **Тема 27. Квантові властивості світла.**

Зовнішній фотоефект та його закони. Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту. Дослід Боте.

Фотони. Маса та імпульс фотона. Ефект Комптона та його теорія. Тиск світла. Досліди Лебедева. Корпускулярне та хвильове пояснення тиску світла. Діалектична єдність корпускулярних та хвильових властивостей електромагнітного випромінювання.

### **Тема 28. Основи квантової механіки.**

Теорія Бора для атома водню. Обмеженість механічного детермінізму.

Гіпотеза де Бройля. Дифракція електронів, протонів та нейтронів. Корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок. Співвідношення невизначеностей як прояв корпускулярно-хвильового дуалізму мікросвіту. Принцип доповняльності Бора.

Хвильова функція та її властивості. Імовірно-статистичне тлумачення хвильової функції. Часове Рівняння Шредінгера. Стаціонарний стан. Рівняння Шредінгера для стаціонарних станів. Рух вільної частинки. Частинка у одновимірній прямокутній нескінченно глибокій потенціальній ямі. Квантування енергії частинки. Гармонічний квантовий осцилятор. Нульова енергія коливань. Тунельний ефект. Коефіцієнт прозорості потенціального бар'єру.

Квантування енергії. Просторове квантування. Квантові числа: головне, азимутальне, магнітне.

Досліди Штерна та Герлаха. Спін електрона. Магнітне спінове квантове число.

### **Тема 29. Елементи ядерної фізики.**

Заряд, розміри та маса атомного ядра. Масове та зарядове числа. Склад ядра. Нуклони. Класифікація ядер. Взаємодія поміж нуклонами. Поняття про властивості та природу ядерних сил. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Радіоактивні перетворення атомних ядер. Активність радіоактивного препарату.

Ядерні реакції та закони збереження. Енергія зв'язку та дефект мас.

### **Практичні заняття**

1. Інтерференція світла. – 2 год.
2. Дифракція світла. – 2 год.
3. Поляризація світла. Поглинання світла. – 2 год.
4. Теплове випромінювання. – 2 год.
5. Квантові властивості світла. – 2 год.
6. Основи квантової механіки. Елементи ядерної фізики. – 2 год.

### **Лабораторні заняття в семестрі 1.02.**

*(вступне заняття, шість лабораторних роботи із наведеного переліку чи сім лабораторних робіт в залежності від розкладу занять (чисельник/знаменник), два підсумкових заняття)*

### **Лабораторні заняття до модулю №3**

*(дві лабораторні роботи із наведеного переліку) –*

- Визначення швидкості звуку в металі методом стоячих хвиль на приладі Кундта.
- Визначення коефіцієнта дифузії повітря.
- Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя повітря з допомогою капілярного віскозиметра.
- Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя рідини за методом Стокса.
- Визначення коефіцієнта в'язкості рідини з допомогою капілярного віскозиметра.
- Визначення відношення молярних теплоємностей для повітря методом Клемана-Дезорма.
- Визначення швидкості звуку й відношення молярних теплоємностей для повітря методом стоячих звукових хвиль.

#### Лабораторні заняття до модулю № 4

*(дві лабораторні роботи із наведеного переліку чи три лабораторні роботи в залежності від розкладу занять (чисельник/знаменник) –*

- Дослідження електростатичних полів за методом моделювання в електролітичній ванні. Перевірка теореми Гауса.
- Визначення електричної ємності конденсатора за допомогою балістичного гальванометра.
- Дослідження електричних властивостей сегнетоелектриків.
- Розширення меж вимірювання електровимірювальних приладів.
- Визначення питомого електричного опору провідника.
- Компенсаційний метод та його використання для виміру електрорушійної сили джерела струму.
- Дослідження процесу випрямлення змінного струму за допомогою електронного осцилографа.
- Процеси зарядки і розрядки конденсатора.
- Термоелектронна емісія і визначення роботи виходу електронів із метала.
- Вторинна електронна емісія.
- Дослідження роботи трьох електродної вакуумної лампи.
- Спостереження електричних коливань за допомогою електронного осцилографа.
- Метод Столетова та його використання для виміру напруженості магнітного поля електромагніта.
- Магнітне поле соленоїда і системи двох соленоїдів.
- Вимірювання кута магнітного нахилу за допомогою земного індуктора.
- Явище електромагнітної індукції та перевірка закону Фарадея-Ленца.
- Вимірювання змінного струму за допомогою пояса Роговського.
- Явище самоіндукції.
- Визначення індуктивності соленоїда.
- Питомий заряд електрона та його визначення за методом магнетрона.
- Ефект Хола.
- Перехідні процеси в RL-ланцюгах.
- Магнітні властивості феромагнетиків.
- Затухаючі електричні коливання.

- Вимушені електричні коливання.
  - Вивчення законів поширення електромагнітних хвиль в провідних середовищах.
- 

### **Лабораторні заняття до модуля № 5.**

*(дві лабораторних робіт із наведеного переліку) –*

- Визначення показника заломлення скла методом інтерференції.
- Визначення показника заломлення прозорих твердих та рідких середовищ.
- Інтерференція світла у системі з біпризмою Френеля та визначення довжини хвилі лазерного випромінювання за методом інтерференції.
- Кільця Ньютона. Визначення радіуса кривини лінзи та довжини світлової хвилі за допомогою кілець Ньютона.
- Визначення довжини хвилі лазерного випромінювання по методу інтерференції світла від двох щілин.
- Вивчення дифракції Фраунгофера на щілині.
- Дифракція Фраунгофера на одній та двох щілинах.
- Визначення довжини хвилі світла за допомогою дифракційних ґратів, оптичної лави і двох щілин.
- Дифракція електронів.
- Поляризація світла. Перевірка законів Малюса та Брюстера.
- Визначення концентрації цукру в розчині за допомогою цукрометра.
- Визначення показника заломлення і дисперсії скляної призми.
- Теплове випромінювання. Оптична пірометрія та визначення величини сталої Стефана-Больцмана.
- Перевірка основних закономірностей зовнішнього фотоелектричного ефекту.
- Вивчення роботи фотоелектричних опорів.
- Градування спектроскопа і вивчення спектрів випромінювання.
- Модель атома Бора. Вивчення спектру гідрогена.
- Вивчення температурної залежності електропровідності та визначення енергії активації провідності напівпровідників.
- Дослідження електропровідних властивостей р-п-переходу.
- Визначення числа Авогадро за допомогою рентгеноструктурного вимірювання сталої кристалічних ґрат.

### **Самостійна робота.**

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до практичних робіт; підготовка звітів до лабораторних робіт; підготовка відповідей на контрольні запитання до лабораторних робіт; підготовка до модульних та семестрових контролів.

---

### **Методи навчання**

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за

матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

### **Методи контролю**

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, семестровий контроль у вигляді іспитів.

### **Розподіл балів за видами контролю**

Лабораторні роботи до 5 балів за кожен звіт за схемою: до 1 бала за допуск, до 1 бала за проведення вимірювань, до 1 бала за проведення розрахунків, до 2 балів за захист (відповіді на контрольні запитання).

Практичні заняття до 30 (20) балів в першому (другому) семестрі. З них 12(8) балів за виконання домашніх завдань (розв'язання задач) пропорційно кількості запланованих задач, та до 18(12) балів за роботу в аудиторії протягом семестру (в залежності від кількості задач розв'язаних коло дошки)

Модульний контроль в першому семестрі – до 25 балів за кожен.

Модульний контроль в другому семестрі: до модулю 3 – до 10 балів; до модулів 4 та 5 – до 20 балів, за кожен.

### **Вимоги до допуску**

Виконання всіх лабораторних робіт передбачених в семестрі є обов'язковим для допуску. Мінімальна необхідна кількість балів за всіма видами контролю – 35.

### **Семестровий контроль**

Результат за семестровий контроль визначається сумою балів за лабораторні та практичні заняття та результатів модульного контролю. Студент має право відмовитися від результатів модульного контролю і отримати нове значення під час підсумкового іспиту. Максимальний бал за підсумковий контроль дорівнює сумі балів за модульні контролі протягом семестру – 50 балів. Максимально можливий результат за семестровий контроль – 100 балів.

---



## ЛІТЕРАТУРА

### *до лекційного курсу*

1. Савельев И.В. Курс физики (учеб. для втузов). Т. 1: Механика. Молекулярная физика.– М.: Наука, 1987.- 432 с. Б(567), К(19).
2. Савельев И.В. Курс физики (учеб. для втузов). Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны, Оптика – М.: Наука, 1988.- 432 с. Б(588), К(18).
3. Савельев И.В. Курс физики (учеб. для втузов). Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Наука, 1989.- 304с. Б(225), К(12).
4. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики. Т. 1: Механика. Молекулярная физика. Электродинамика. – М.: Наука, 1981.– 480 с.
5. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики. Т. 2: Колебания и волны. Основы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел; Физика ядра и элементарных частиц. – М.: Наука, 1974.– 464 с.

### *до практичних занять*

6. Механика. Молекулярна фізика. Термодинаміка. Учеб. пособие к практическим занятиям по физике / Подшивалова О.В., Охримовский А.М., Комозинский П.А., Лунев И.В. // Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е.Жуковского «Харк. авиац. ин.-т», 2012 – 108 с.
7. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс]: учеб.пособие по практ. занятиям / А.А.Таран, О.Н.Чугай, И.В.Лунев [и др.]. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2015.– 77 с.
8. Волновая и квантовая оптика. Основы квантовой механики и физики ядра / Воронович Д. А., Глущенко Н. И., Петрова О. И., Таран А. А., Варминский М. В. // Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2012. – 72 с.

### *до лабораторних занять*

9. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Учеб. пособ. по лаб. практикуму. / Олейник С.В., Лунев И.В., Жуков Н.Н., Подшивалова. О.В. // Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2014. – 108 с.
10. Електрика й магнетизм Навч. посібник до лабораторного практикуму. / Воронович Д.О., Луцьов І.В., Охрімівський А.М., Подшивалова О.В. // Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харк. авиац. ін-т». - 2011. - 140 с.
11. Волновая оптика и квантовая физика. Уч. пособие по лабораторному практикуму. / Жуков Н.Н., Завертанная Л.С., Комозынский П.А., Падалка В.Г., Петрова О.И., Таран А.А. // Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2002. – 116 с.

Програму підготував  
доцент каф. № 505

А.М. Охримовський