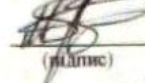


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра **фізики** (№ 505)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК № 2

 М. С. Зряхов
(підпис) (ініціали та прізвище)

« ____ » _____ 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ФІЗИКА

(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 11 «Математика та статистика», 12 Інформаційні технології

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальності: 113 «Прикладна математика», 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології», 124 «Системний аналіз»

(код і найменування спеціальності)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2019 рік

Робоча програма з **фізики**
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальностями: 113 «Прикладна математика»,
122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології», 124 «Системний аналіз»

«20» червня 2019 р., – 14 с.

Розробник: Олійник С.В., доцент к. № 505, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри фізики № 505.
(назва кафедри)

Протокол № 12 від « 25» червня 2019 р.

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


(підпис)

А. О. Таран
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<p style="text-align: center;">Галузі знань <u>11 «Математика та статистика»</u>, <u>12 Інформаційні технології</u></p> <p style="text-align: center;">Спеціальності <u>113 «Прикладна математика»</u>, <u>122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»</u>, <u>124 «Системний аналіз»</u></p> <p style="text-align: center;">Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Цикл загальної підготовки
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2019/2020
Індивідуальне завдання немає		Семестр
Загальна кількість годин – 40 / 120 (48 / 120)**		2 – й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: Семестр 1.2: аудиторних: 2,5 год., самостійної роботи: 5 год. (аудиторних: 3 год., самостійної роботи: 4.5 год.)**		Лекції*
		24 години
		Практичні*
		16 годин
		Лабораторні*
	8 годин**	
	Самостійна робота	
	80 годин 72 години**	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 40/80 (48/72)**.

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

** Тільки для спеціальності 113 «Прикладна математика»

2. Мета навчальної дисципліни

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

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Механіка, молекулярна фізика та термодинаміка

ТЕМА 1. Механічний рух. Кінематика матеріальної точки. Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок.

Механічний рух як найпростіша форма руху матерії. Уявлення про властивості простору та часу, що покладені до основи класичної механіки. Фізичні моделі: матеріальна точка, система матеріальних точок, абсолютно тверде тіло, суцільне середовище. 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.

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

ТЕМА 2. Кінематика та динаміка обертального руху.

Поступальний та 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 сили відносно точки обертання. Момент сили відносно осі обертання. Момент імпульсу матеріальної точки та твердого тіла відносно нерухомої точки та осі обертання. Момент інерції точки, системи матеріальних точок та тіла відносно осі обертання. Рівняння моментів. Основне рівняння динаміки обертального руху твердого тіла відносно нерухомої осі. Моменти інерції тіл простої форми (кільця, диску та стрижня). Теорема Штейнера. Робота при обертальному русі. Кінетична енергія тіла, що обертається, та тіла, що котиться. Закон збереження моменту імпульсу та його зв'язок з ізотропністю простору.

ТЕМА 3. Механічна 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. 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 системи. Закон збереження механічної енергії. Дисипація енергії. Закон збереження енергії, як проявлення однорідності часу.

ТЕМА 4. Механічні коливання та хвилі у пружних середовищах.

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

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

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

ТЕМА 5. Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу.

Тепловий рух. Імовірності та флуктуації у термодинамічних системах. Розподіл Максвелла молекул за абсолютними значеннями швидкостей. Імовірна, середня арифметична та середньоквадратична швидкості теплового руху молекул. Дослід Штерна. Ідеальний газ. Середнє число зіткнень та середня довжина вільного пробігу молекул. 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. Барометрична формула. Розподіл Больцмана - розподіл молекул у потенціальному полі

ТЕМА 6. Перший та другий закон термодинаміки.

Робота газу при змінюванні його об'єму. Кількість теплоти. Внутрішня енергія ідеального газу. Перший закон термодинаміки. Використання першого закону термодинаміки в аналізі ізопроцесів ідеального газу. Теплоємність. Залежність

теплоємності ідеального газу від типу процесу. Формула Маєра. Оборотні та необоротні процеси. Коловий процес (цикл). Теплові двигуни та холодильні машини, їх ККД. Цикл Карно та його ККД. Другий закон термодинаміки. Нерівність Клаузіуса. Зведена кількість теплоти. Ентропія. Ентропія ідеального газу. Статистичне тлумачення другого закону термодинаміки.

Модуль 2

Змістовний модуль 2. Електродинаміка. Елементи квантової механіки

ТЕМА 7. Електростатичне поле у вакуумі.

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

ТЕМА 8. Постійний електричний струм.

Постійний електричний струм. Його характеристики та умови існування. Отримання закону Ома та закону Джоуля-Ленца в диференціальній формі. Температурна залежність питомого опору. Надпровідність. Закон Ома в інтегральній формі. Різниця потенціалів, електрорушійна сила, спад напруги. Закон Ома для неоднорідної ділянки кола. Розгалужені електричні кола. Правила Кірхгофа.

ТЕМА 9. Магнітне поле електричного струму. Закон Ампера.

Магнітне поле. Магнітна індукція. Закон Ампера. Магнітне поле електричного струму. Закон Біо-Савара-Лапласа та його використання для розрахунків магнітних полів. Магнітний момент витка зі струмом. Магнітна взаємодія струмів.

ТЕМА 10. Явище електромагнітної індукції.

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

ТЕМА 11. Інтерференція і дифракція світла.

Інтерференція світла. Монохроматичність та когерентність світлових хвиль. Методи одержання когерентних джерел світла. Умови підсилення та ослаблення

інтенсивності світлових хвиль при інтерференції. Оптична довжина ходу. Розрахунок інтерференційної картини від двох когерентних джерел.

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

ТЕМА 12. Квантові властивості світла.

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

ТЕМА 13. Елементи квантової механіки.

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

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
Семестр 1.2					
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Механіка, молекулярна фізика та термодинаміка					
1. Механічний рух. Кінематика матеріальної точки. Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок.	10 (9)**	2	2	-	6 (5)**
2. Кінематика та динаміка обертального руху.	10 (11)**	2	2	2**	6 (5)**
3. Механічна робота, потужність, енергія. Потенціальні силові поля.	11 (12)**	2	2	2**	7 (6)**
4. Механічні коливання та хвилі у пружних середовищах.	10 (11)**	2	2	2**	6 (5)**
5. Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу.	10 (9)**	2	2	-	6 (5)**
6. Перший та другий закони термодинаміки	11 (12)**	2	2	2**	7 (6)**
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 1	62 (64)**	12	12	- (8)**	38 (32)**
Разом за модулем 1	62 (64)**	12	12	- (8)**	38 (32)**
Модуль 2					
Змістовний модуль 2. Електродинаміка. Елементи квантової механіки					
7. Електричне поле у вакуумі.	10 (9)**	2	2	-	6 (5)**
8. Постійний електричний струм.	10 (9)**	2	2	-	6 (5)**
9. Магнітне поле електричного струму. Закон Ампера.	8	2	-	-	6
10. Явище електромагнітної індукції.	8	2	-	-	6
11. Інтерференція і дифракція світла.	8	2	-	-	6
12. Квантові властивості світла.	7	1	-	-	6
13. Елементи квантової механіки	7	1	-	-	6
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 2	58 (56)**	12	4	-	42 (40)**
Разом за модулем 2	58 (56)**	12	4	-	42 (40)**
Усього годин за семестр 1.2	120	24	16	- (8)**	80 (72)**
Контрольний захід	іспит				
Разом з дисципліни	120	24	16	- (8)**	80 (72)**

** Для спеціальності 113 «Прикладна математика»

5. Теми семінарських занять
Заняття відсутні.

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Кінематика поступального руху. Швидкість, прискорення, радіус кривизни траєкторії. Динаміка поступального руху. Головна задача динаміки. Визначення сили або кінематичних характеристик руху.	2
2	Кінематика обертального руху. Визначення кутового прискорення, кутової швидкості, їх зв'язок з лінійними характеристиками руху. Динаміка обертального руху. Визначення динамічних характеристик при обертальному русі.	2
3	Робота, енергія, закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу. Потенціальна енергія.	2
4	Коливальний процес. Механічні гармонічні коливання.	2
5	Основи молекулярно-кінетичної теорії газів.	2
6	Перший та другий закон термодинаміки.	2
7	Електричне поле у вакуумі.	2
8	Постійний електричний струм.	2
Разом		16

7. Теми лабораторних занять**

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
Механіка		
1	Центральний пружний удар куль.	
2	Вивчення непружного зіткнення тіл.	
3	Перевірка основного закону динаміки обертального руху за допомогою хрестоподібного маятника Обербека.	
4	Перевірка закону збереження енергії та визначення моменту інерції тіла за допомогою маятника Максвелла.	
5	Вимір моменту інерції вала і сили тертя в опорі.	
6	Визначення моменту інерції твердого тіла за методом крутильних коливань.	
7	Вивчення залежності моменту інерції тіла від положення осі обертання.	
8	Вимір моменту інерції колеса за методом коливань.	
9	Визначення швидкості кулі за допомогою балістичного	

	маятника.	
10	Визначення прискорення сили тяжіння за допомогою фізичного маятника.	
11	Згасаючі крутильні коливання та їх закономірності.	
12	Вимір швидкості звуку в повітрі за методом стоячих хвиль.	
13	Вимір швидкості звуку в повітрі за методом зміщення фаз.	
14	Вивчення стоячих хвиль в горизонтальній струні.	
15	Визначення швидкості звуку в металах за методом стоячих хвиль в приладі Кундта.	
З даного переліку буде надано дві лабораторні роботи		4
Молекулярна фізика і термодинаміка		
16	Визначення коефіцієнта дифузії повітря.	
17	Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя повітря з допомогою капілярного віскозиметра.	
18	Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя рідини за методом Стокса.	
19	Визначення коефіцієнта в'язкості рідини з допомогою капілярного віскозиметра.	
20	Визначення відношення молярних теплоємностей для повітря методом Клемана-Дезорма.	
21	Визначення швидкості звуку й відношення молярних теплоємностей для повітря методом стоячих звукових хвиль.	
З даного переліку буде надано дві лабораторні роботи		4
Разом		8**

** Для спеціальності 113 «Прикладна математика»

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Механічний рух. Кінематика матеріальної точки. Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок.	6 (5)**
2	Кінематика та динаміка обертального руху.	6 (5)**
3	Механічна робота, потужність, енергія. Потенціальні силові поля.	7 (6)**
4	Механічні коливання та хвилі у пружних середовищах.	6 (5)**
5	Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу.	6 (5)**
6	Перший та другий закони термодинаміки	7 (6)**
7	Електричне поле у вакуумі.	6 (5)**
8	Постійний електричний струм.	6 (5)**
9	Магнітне поле електричного струму. Закон Ампера.	6

10	Явище електромагнітної індукції.	6
11	Інтерференція і дифракція світла.	6
12	Квантові властивості світла.	6
13	Елементи квантової механіки	6
Разом		80 (72)**

** Для спеціальності 113 «Прикладна математика»

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальних завдань немає.

10. Методи навчання

1. Вивчення теоретичного матеріалу під час лекцій і самостійної роботи.
2. Засвоєння теоретичного матеріалу й вміння його застосовувати при вирішенні типових задач на практичних заняттях.
3. Засвоєння теоретичного матеріалу і вміння його застосовувати під час виконання досліджень (лабораторних робіт).

11. Методи контролю

1. Перевірка присутності й роботи на лекції.
2. Перевірка засвоєння теоретичного матеріалу за допомогою модульного контролю.
3. Перевірка підготовки до практичних занять, виконання домашнього завдання, якості роботи на практичних заняттях.
4. Перевірка підготовки до лабораторних занять, якості виконання лабораторних робіт.
5. Перевірка загального засвоєння матеріалу на іспиті.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Семестр 1.2			
Робота на лекціях	0	12	0
Виконання практичних робіт	0...3,75	8	0...30
Виконання і захист лабораторних робіт**	0...5	4	(0...20)**
Модульний контроль	0...35 (0...25)**	2	0...70 (0...50)**
Усього за семестр			60...100

** Для спеціальності 113 «Прикладна математика»

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

Білет для іспиту складається з: двох теоретичних і двох практичних завдань.

Наприклад: 1. Кінематичні характеристики руху. Радіус-вектор, швидкість та прискорення точки як похідні радіуса-вектора за часом.

2. Робота сил пружності, тяжіння, гравітаційної взаємодії, центральних сил.

3. Задача. Знайти роботу A під'єму вантажу по похилій площині довжиною $l = 2$ м, якщо маса вантажу $m = 100$ кг, кут нахилу площини $\varphi = 30^\circ$, коефіцієнт тертя $\mu = 0,1$, вантаж рухається з прискоренням $a = 1$ м/с².

4. Матеріальна точка здійснює гармонічні коливання. В деякий момент часу t зміщення точки $x = 0,05$ м, її швидкість $v = 20$ м/с, прискорення $a = 0,8$ м/с². Знайти амплітуду, циклічну частоту й період коливань точки.

За кожне питання 25 балів (загальна сума – 100 балів).

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Знати зазначення характеристик, які описують стан фізичного об'єкта, який досліджується, та основні закони фізики, які зазначають зміну цього стану, межі їх використання й вміння їх застосовувати для вирішення поточних задач. Вміння доводити й обґрунтовувати свої рішення різними науковими засобами.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

Вміння за допомогою основних законів фізики вирішувати типові задачі, вміння проводити найпростіші експериментальні дослідження, обчислювати похибки результатів досліджень, проводити аналіз отриманих результатів, робити висновки.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання з практичних занять. Вміння самостійно застосовувати основні закони фізики для вирішення найпростіших завдань. Вміння проводити найпростіші вимірювання для дослідження характеристик руху тіл й їх властивостей.

Добре (75 - 89). Твердо знати весь теоретичний матеріал, наданий на лекціях, виконати усі завдання з лабораторного практикуму й практичних занять. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміння пояснювати способи вирішення задач на практичних заняттях.

Відмінно (90 - 100). Повно знати як основний теоретичний матеріал, так і додатковий, запропонований лектором. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Своєчасно виконувати всі завдання з практичних занять, зі змогою відповідних пояснень.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <http://k505.khai.edu/ru/site/books.html>.

Рекомендована література

Базова

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.
6. <https://alleng.org/edu/phys9.htm>

Допоміжна

до практичних занять

1. 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.
2. 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.
3. 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

4. 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.
5. Електрика й магнетизм Навч. посібник до лабораторного практикуму. / Воронович Д.О., Луньов І.В., Охрімовський А.М., Подшивалова О.В. // Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т». - 2011. - 140 с.
6. 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.

15. Інформаційні ресурси

1. <https://alleng.org/edu/phys9.htm>
2. <http://k505.khai.edu/ru/site/books.html>