

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

Інженерії, транспорту та архітектури

В.П. Олександренко

01.09.2022 р.



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Фізика

**Галузь знань 20** – Аграрні науки та продовольство

**Спеціальність** – 208 Агроінженерія

**Рівень вищої освіти** – Перший (бакалаврський)

**Освітньо-професійна програма** – Агроінженерія

**Обсяг дисципліни** – 4 кредити ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОЗП02

**Мова навчання** – Українська

**Статус дисципліни:** Обов'язкова (Дисципліни загальної підготовки (ОЗП))

**Факультет** – інформаційних технологій

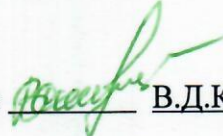
**Кафедра** – фізики і електротехніки

Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни Кредити ЄКТС	Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
				Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робо-та, в г.ч. ГРС			Залік	Іспит
				Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
Д	1	2	4	120	18	18	18		66				+
<b>Разом ДФН</b>	1	2	4	120	18	18	18		66				+
3	1	2	4	120	4	4	4		108				+
<b>Разом ЗФН</b>	1	2	4	120	4	4	4		108				+

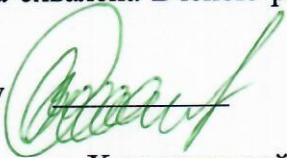
Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Агроінженерія» за спеціальністю 108 «Агроінженерія»

Програма складена  к.ф.-м.н, доцент Ю.П.Заспа

Схвалена на засіданні кафедри Фізики і електротехніки

Протокол від 30.08.22 № 1. Зав. кафедри фізики і електротехніки  В.Д.Косенков

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інженерії, транспорту та архітектури

Голова Вченої ради факультету 

В.П. Олександренко

Хмельницький 2022

## 2 Пояснювальна записка

Дисципліна «фізика» відноситься до числа фундаментальних наук, які складають основу теоретичної і практичної підготовки спеціалістів та відіграють роль тієї бази, на якій ґрунтується успішна діяльність інженера в будь-якій галузі сучасної техніки.

**Пререквізити** – вища математика;

**Кореквізити** – електротехніка та електроніка, теплотехніка, технічна механіка, деталі машин, експлуатаційні матеріали.

Відповідно до *Стандарту вищої освіти* зі спеціальності “Агроінженерія” та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

**компетентності.** Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя; Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; Здатність використовувати у фаховій діяльності знання будови і технічних характеристик сільськогосподарської техніки для моделювання технологічних процесів аграрного виробництва; Здатність проектувати механізовані технологічні процеси сільськогосподарського виробництва, використовуючи основи природничих наук; Здатність використовувати теоретичні основи та базові методи термодинаміки і гідравліки для визначення і вирішення інженерних завдань

**програмні результати навчання.** Володіти гуманітарними, природничо-науковими та професійними знаннями; формулювати ідеї та концепції розвитку агропромислового виробництва з метою використання у професійній діяльності; Виконувати експериментальні дослідження роботи сільськогосподарської техніки в конкретних умовах використання, здійснювати патентний пошук; Застосовувати закони електротехніки для пояснення будови і принципу дії електричних машин. Визначати параметри електроприводу машин і обладнання сільськогосподарського призначення. Вибирати і використовувати системи автоматизації та контролю технологічних процесів в аграрному виробництві.

**Мета дисципліни.** Виявити основні закони та принципи, за допомогою яких можна пояснити відомі явища та процеси функціонування машин, механізмів та вузлів агроінженерних систем.

**Предмет дисципліни.** Вивчення фізичних законів, природних явищ, фундаментальних полів та форм руху матерії.

**Завдання дисципліни.** Дати студентам основи широкої підготовки в галузі фізики, що дозволить майбутнім інженерам орієнтуватись в потоці наукової і технічної інформації і забезпечить їм можливість використовувати нові фізичні принципи в тих галузях, в яких вони спеціалізуються, сприяти формуванню у студентів наукового мислення, забезпечити наукові методи проведення експериментальних досліджень.

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен вміло користуватись сучасним науковим апаратом навчальної і науково-технічної інформації; самостійно і ефективно працювати з навчальною, науковою літературою; формулювати мету, завдання і обґрунтувати метод експериментального дослідження; усвідомлювати залежність мети експериментального дослідження і його результатів; складати схеми експериментальної установки; самостійно проводити експеримент, якісно і кількісно оцінювати його результати; вирішувати проблему різними методами; встановлювати логічні зв'язки між явищами і процесами; інтерпретувати результати дослідження за допомогою графіків, схем та таблиць; користуватись сучасним апаратом статистичної обробки результатів експерименту; аналізувати, узагальнювати результати експериментального дослідження; робити ґрунтовні логічні висновки, вносити раціоналізаторські пропозиції; аналізувати конструкторське вирішення експериментальної установки і обґрунтовувати нове технічне рішення; розв'язувати комплексні завдання, пов'язані з майбутньою професійною діяльністю; виділяти головне, систематизувати здобуті знання; здійснювати самоуправління процесом навчання.

### 3 Структура залікових кредитів дисципліни

Назва теми	Кількість годин, відведених на:									
	Денна форма				Заочна форма					
	Лекції	Лаб. роботи	Практ	СРС	Лекції	Лаб. роботи	Практ	СРС		
<b>2-й семестр навчання</b>										
<b>Фізичні основи класичної механіки. Елементи релятивістської механіки Молекулярна фізика та термодинаміка.</b>										
Основи класичної механіки	3	4	4	8	4	4	4	12		
Основи молекулярної фізики	2			7				12		
Термодинаміка	1	2	2	7				12		
<b>Електростатика. Електричний струм. Магнітне поле. Електромагнітна індукція. Коливання та хвилі.</b>										
Електростатика	2	2	2	7				12		
Постійний електричний струм	2	2	2	7				12		
Електромагнетизм. Електромагнітна індукція.	2	2		7				12		
Електромагнітні коливання	2	2	2	7				12		
<b>Оптика. Теплове випромінювання. Атомна фізика</b>										
Елементи квантової оптики	1			8				12		
<b>Елементи квантової механіки і квантової статистики. Ядерна фізика.</b>										
Фізика твердого тіла	3	4	4	8				12		
<b>Разом за 2-й семестр</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>66</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>108</b>		

### 4 Програма навчальної дисципліни

#### 4.1 Зміст лекційного курсу для студентів денної форми навчання

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Предмет фізики. Фізика як фундаментальна дисципліна. Методи фізичного дослідження: дослід, гіпотеза, експеримент, теорія. Досягнення фізики і її роль в науково-технічній революції. Зв'язок фізики з іншими науками і її вплив на їх розвиток. Роль фізики в формуванні спеціаліста. Загальна структура і завдання курсу фізики. Предмет механіки. Кінематика, динаміка і статика. Класична механіка. Квантова механіка. Релятивістська механіка. Елементи кінематики. Фізичні моделі: матеріальна точка (частинка), система матеріальних точок, абсолютно тверде тіло, суцільне середовище. Кінематичний опис руху. Кінематика прямолінійного руху. Рух точки по колу. Кутова швидкість і кутове прискорення. Швидкість і прискорення при криволінійному русі. Нормальне і тангенціальне (дотичне прискорення). [1.стор. 3-16 ].	1
2	Динаміка матеріальної точки. Перший закон Ньютона і поняття інерціальної системи відліку. Другий закон Ньютона як рівняння руху. Імпульс тіла. Сила як похідна від імпульсу по часу. Третій закон Ньютона. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції. Закон збереження імпульсу як фундаментальний закон природи. Реактивний рух. Сили в природі. Сили пружності, сила тертя, сила ваги, сила тяжіння. Закон Всесвітнього тяжіння. Гравітаційне поле і його характеристики. [1.стор. 16-22 ].	1
3	Момент сили. Момент інерції. Теорема Штейнера. Кінетична енергія тіла при його обертанні. Основне рівняння динаміки обертового руху. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Енергія. Кінетична і потенціальна енергія. Робота. Потужність. Закон	1

	збереження енергії. Зіткнення абсолютно пружних і непружних тіл. [1.стор. 22-52 ].	
4	Термодинамічний і молекулярно-кінетичний методи вивчення макросистем. Ізопроееси зміни стану ідеального газу. Графічне представлення ізопроеесів. Рівняння Клапейрона. Рівняння Менделєєва-Клапейрона. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії. Середня енергія молекул. Молекулярно-кінетичне тлумачення температури. [1.стор. 67-79 ].	1
5	Перший закон термодинаміки і його застосування до ізопроеесів. Теплоємність. Класична молекулярно-кінетична теорія теплоємності. Рівняння Майєра. Адіабатичний процес. Рівняння Пуасона. Політропний процес. Рівняння політропи. Робота газу при всіх ізопроеесах. [1.стор. 79-91 ].	1
6	Розподіл молекул ідеального газу по швидкостях і енергіях теплового руху. Закон розподілу Максвела. Барометрична формула. Закон Больцмана для розподілу частинок в зовнішньому потенціальному полі. Розподіл Максвела-Больцмана. Другий закон термодинаміки. Оборотні і необоротні процеси. Замкнуті цикли. Теплові двигуни і холодильні машини. Цикл Карно. Ентропія. Термодинамічна ймовірність та статистичне тлумачення другого закону термодинаміки. Виравовування ентропії для різних процесів. [1.стор. 91-115 ].	1
7	Електричний заряд як властивість матерії. Закон збереження електричного заряду. Взаємодія електричних зарядів. Електричне поле, його властивості і характеристики. Напруженість електричного поля. Графічне представлення електричного поля з допомогою силових ліній напруженості. Потік вектора напруженості електричного поля. Теорема Остроградського-Гауса для потоку вектора напруженості електростатичного поля через замкнуту поверхню. Застосування теореми Остроградського-Гауса для розрахунку напруженостей електростатичних полів. Потенціал електростатичного поля. Еквіпотенціальні поверхні і їх використання для графічних зображень електричних полів. Різниця потенціалів і її зв'язок з напруженістю електростатичного поля. Розрахунок різниці потенціалів електростатичних полів. [8.стор. 7- 27, 29-34 ].	1
8	Електростатичне поле в речовині. Вільні і зв'язані заряди в речовині. Типи діелектриків. Електронна і орієнтаційна поляризація. Поляризованість. Електричне зміщення. Діелектрична проникність середовища. Теорема Остроградського –Гауса для електричного поля в діелектрику. П'єзоелектрики. Електрострикція. Сегнетоелектрики. [8.стор. 64-79 ].	1
9	Провідники в електричному полі. Розподіл зарядів в провіднику поміщеному в електричне поле. Електроємність. Конденсатори. Батареї конденсаторів. Конденсатори у системах зв'язку та ЕОМ. Енергія заряджених провідників та електростатичного поля. Об'ємна густина енергії електростатичного поля. [8.стор. 43-62 ].	1
10	Електричний струм, його характеристики і умови існування. Закони Ома та Джоуля-Ленца в інтегральній та диференціальній формах. Правила Кірхгофа і їх використання. Резистори у системах зв'язку та ЕОМ. Емітерні кола постійного струму. [8.стор. 100-108 ].	1
11	Магнітне поле. Магнітна індукція. Напруженість магнітного поля. Магнітна проникність середовища. Принцип суперпозиції магнітних полів. Закон Біо-Савара-Лапласа і його застосування для розрахунку магнітного поля. Магнітне поле прямолінійного провідника із струмом. Магнітне поле кругового струму. Магнітний момент витка із струмом. Вихровий характер магнітного поля. Закон повного струму (циркуляція вектора магнітної індукції) для магнітного поля в вакуумі і його застосування для розрахунку магнітного поля тороїда і соленоїда. [8.стор. 164-187 ].	1
12	Закон Ампера. Сила Лоренца. Рух заряджених частинок в магнітному і	1

	<p>електричному полях. Принцип дії прискорювачів заряджених частинок. Циклотрон. Ефект Хола. МГД-генератор.</p> <p>Магнітний потік. Теорема Остроградського-Гауса для індукції магнітного поля. Робота по переміщенню провідника і контуру із струмом в магнітному полі. Явище електромагнітної індукції (досліди Фарадея). Закон Ленца. Закон електромагнітної індукції і його вивід із закону збереження енергії. [8.стор.218-265].</p>	
13	<p>Гармонічні коливання і їх характеристики. Диференціальне рівняння гармонічних коливань. Пружинний, фізичний і математичний маятники. Електричний коливальний контур Томсона. Змінний струм. Швидкість та прискорення зміни коливної величини. Енергія гармонічних коливань. Складання гармонічних коливань одного напрямку. Биття. Складання взаємно перпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу.</p> <p>Диференціальне рівняння затухаючих коливань (механічних або електромагнітних) і його розв'язок. Добротність коливних систем. Аперіодичний процес. Автоколивання. [7. стор. 134-160 ].</p>	1
14	<p>Диференціальне рівняння вимушених коливань (механічних і електромагнітних) і його розв'язок. Амплітуда і фаза вимушених коливань. Резонанс.</p> <p>Хвильові процеси. Механізм утворення механічних хвиль у пружному середовищі. Поздовжні і поперечні хвилі. Синусоїдальні (гармонічні) хвилі. Рівняння біжучої хвилі. Довжина хвилі і хвильове число. Хвильове рівняння. Фазова швидкість і дисперсія хвиль. Енергія хвилі. Принцип суперпозиції хвиль і границі його застосування. Хвильовий пакет. Групова швидкість. Ефект Доплера. Когерентність. Інтерференція хвиль. Утворення стоячих хвиль. Рівняння стоячої хвилі і його аналіз.</p> <p>Основи теорії Максвела для електромагнітного поля. Струми зміщення. Рівняння Максвела для електромагнітного поля в інтегральній і диференціальній формах. Відносний характер електричної і магнітної складових електромагнітного поля.</p> <p>Диференціальне рівняння електромагнітної хвилі. Основні властивості електромагнітних хвиль. Монохроматична хвиля. Енергія електромагнітних хвиль. Потік енергії. Вектор Умова-Пойтінга. Випромінювання диполя. Радіозв'язок. [7. стор. 155-160 ], [8. стор. 308-336 ].</p>	1
15	<p>Фотоефект. Види фотоефекту. Зовнішній фотоефект і його закони. Фотони. Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту. Багатофотонний фотоефект. Маса і імпульс фотона. Тиск світла. Досліди Лебедева. Квантове і хвильове пояснення тиску світла.</p> <p>Ефект Комптона і його теорія. [9. стор. 217-237 ].</p>	1
16	<p>Елементи теорії кристалічної ґратки. Види міжатомних зв'язків. Утворення кристалічної структури. Математичні моделі кристалічних структур. Типи кристалічних ґраток. ґратки Браве. Елементи симетрії та їх комбінації. Індекси напрямків та атомних площин.</p> <p>Фонони. Розподіл фононів по енергіях. Теплоємність кристалічної ґратки. Теплоємність по Ейнштейну. Теплоємність по Дебаю. Теплопровідність твердих тіл.</p> <p>Колективізація атомів при утворенні кристалічної структури. Утворення енергетичних зон в кристалах. Розподіл електронів по енергетичних зонах. Валентна зона і зона провідності.</p> <p>Метали, діелектрики і напівпровідники з точки зору зонної теорії твердого тіла. [14. стор. 51-61 ], [10. стор. 89-107 ].</p>	1
17-18	<p>Власна провідність напівпровідників. Квазічастинки-електрони провідності і дірки. Ефективна маса електрона в кристалі. Температурна залежність провідності власних напівпровідників.</p> <p>Домішкова провідність напівпровідників. Електронні і діркові напівпровідники. Температурна залежність провідності домішкових напівпровідників. [14. стор. 61-72 ], [10. стор. 113-141 ].</p> <p>Контактні явища. Контакт металів. Закони Вольта.</p>	2

	Контакт металу і напівпровідника. Контакт електронного і діркового напівпровідника ( p-n-перехід). Вольт-амперні характеристики контактів. Напівпровідникові прилади. Кристалічні діоди і тріоди та їх застосування. Акустикоелектронні прилади. Фотоелектронні явища в напівпровідниках. Люмінесценція твердих тіл. Термостимульовані провідність і люмінесценція в кристалах .[14. стор. 72-83 ], [10. стор. 129-159 ].	
	<b>Всього за семестр</b>	<b>18</b>

#### Перелік оглядових лекцій для студентів заочної форми навчання

Номер лекції	Тема лекції	Кількість годин
<b>2 семестр</b>		
1	Основи класичної механіки [1.стор. 3-52 ].	2
2	Основи молекулярної фізики [1.стор. 67-92 ].	
3	Термодинаміка [1.стор. 92-115 ].	
4	Електростатика [8.стор. 7- 27, 29-34 ].	
5	Постійний електричний струм [8.стор. 100-108 ].	2
6	Електромагнетизм.Електромагнітна індукція. [8.стор. 164-187 ].	
7	Електромагнітні коливання [7. стор. 134-160 ].	
<b>Разом :</b>		<b>4</b>

#### 4.2. Перелік лабораторних занять для студентів денної форми навчання

№ п/п	Теми лабораторних занять	Кількість годин
<b>1</b>	<b>2семестр</b> <b>Тема 1,2. Основи класичної механіки. Елементи релятивістської механіки</b> Лабораторна робота 1. 1. Вивчення вимірювальних приладів і визначення густини тіл правильної геометричної форми. [3, част.1, стор. 14-16]. Лабораторна робота 1. 2 Вивчення законів динаміки поступального руху на машині Атвуда [3, част.1, стор. 17-23]. Лабораторна робота 1.3. Вивчення обертового руху твердого тіла за допомогою маятника Обербека. [3, част.1, стор. 24-30]. Лабораторна робота 1.4. Визначення моменту інерції махового колеса динамічним методом. [3, част.1, ст. 31-34]. Лабораторна робота 1.5. Визначення коефіцієнта відновлення і часу зіткнення пружних куль. [3, част.1, стор. 35-42].	2
<b>2</b>	<b>Тема 3,4.Основи молекулярної фізики. Термодинаміка.</b> Лабораторна робота 1.7. Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса. [3, част.1, стор. 47-50]. Лабораторна робота 1.8. Визначення відношення питомих теплоємностей газу методом адіабатичного розширення. [3, част.1, стор. 51-56].	
<b>3</b>	<b>Тема 5.Явища переносу. Реальні гази. Рідини і тверді тіла.</b> Лабораторна робота 1.9. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини методом підняття рідини в капілярах. [3, част.1, стор.57-62].	

4	<p><b>Тема 6. Електростатика.</b>  Заняття 10. Лабораторна робота 2.1. Визначення електричної ємності конденсаторів методом періодичної зарядки та розрядки. [4, част.2, стор. 3-5].  Заняття 11. Лабораторна робота 2.2. Вивчення електричного поля [4, част.2, ст. 6-9].</p>	2
5	<p><b>Тема 7. Постійний електричний струм.</b>  Лабораторна робота 2.3 Визначення електрорушійної сили гальванічних елементів методом компенсації. [4, част. 2, стор. 10-13].  Лабораторна робота 2.4 визначення залежності опору металевого провідника від температури. [4, част.2, стор.14-17].</p>	2
6	<p><b>Тема 8. Електромагнетизм. Електромагнітна індукція.</b>  Лабораторна робота 2.5. Визначення горизонтальної складової напруженості магнітного поля землі [4, част. 2, стор.18-21].  Лабораторна робота 2.6. Визначення відносної магнітної проникності магнетиків. [4, част. 2, стор. 22-25].  Лабораторна робота 2.7. Знімання кривої намагнічування і петлі гістерезисну за допомогою осцилографа. [4, част. 2, стор.26-29].</p>	2
7	<p><b>Тема 9,10. Механічні коливання. Електромагнітні коливання. Хвилі.</b>  Лабораторна робота 3.3. Вивчення фігур Ліссажу на осцилографі. . [5, част. 3, стор.12-19].  Лабораторна робота 3.4 Вивчення згасаючих електромагнітних коливань . [5, част. 3, стор.20-26].  Лабораторна робота 3.5 Визначення швидкості звуку в повітрі методом резонансу. [5, част. 3, стор.27-32].  <b>Тема 11. Хвильова оптика.</b>  Лабораторна робота 3.6. Визначення концентрації розчину за допомогою рефрактометра Аббе. [5, част. 3, стор.33-36].  Лабораторна робота 3.8. Визначення радіуса кривизни лінзи за допомогою інтерференції світла (кілець Ньютона). [5, част. 3, стор.40-43].  Лабораторна робота 3.9. Вивчення дифракції світла. [5, част. 3, стор.44-52]  Лабораторна робота 3.7. Визначення концентрації розчину цукру за допомогою поляриметра. [5, част. 3, стор.37-39].  Лабораторна робота 3.10. Дослідження лінійно-поляризованого світла. [5, част. 3, стор.53-57].  <b>Тема 12. Елементи квантової оптики.</b>  Лабораторна робота 3.12. Визначення постійної Стефана-Больцмана за допомогою оптичного пірметра.  <b>Тема 13. Атомна фізика.</b>  Лабораторна робота 4.1. Вивчення спектра атома водню. . [6, част. 4, стор.3-9].  Лабораторна робота 4.2. Визначення потенціалу збудження та іонізації. . [6, част.4, стор.10-13].</p>	2
8	<p><b>Тема 16. Фізика твердого тіла.</b>  Лабораторна робота 4.3. Дослідження напівпровідникового діода. . [6, част. 4, стор.14-22].  Лабораторна робота 4.4. Вивчення властивостей кристалічного тріода. . [6, част. 4, стор.23-29].  . Лабораторна робота 4.5. Дослідження характеристик фотоопору. . [6, част. 4, стор.30-37].  Лабораторна робота 4.6. Дослідження терморезистора. . [6, част. 4, стор.38-42].  Лабораторна робота 4.7. Дослідження тунельного діода. . [6, част. 4, стор.43-45].  .Лабораторна робота 4.11. Ознайомлення з роботою газового лазера. . [6, част. 4, стор.58-62].</p>	2
9	<p><b>Тема 17. Ядерна фізика.</b>  Лабораторна робота 4.8. Визначення концентрації калію в солях радіометричним методом. . [6, част. 4, стор.46-50].</p>	2
	<b>Разом:</b>	<b>18</b>

**Перелік лабораторних робіт для студентів заочної форми навчання**

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
<i>1 семестр</i>		
1	Лабораторна робота 1.3. Вивчення обертового руху твердого тіла за допомогою маятника Обербека. [3, част.1, стор. 24-30].	2
2	Лабораторна робота 2.1. Визначення електричної ємності конденсаторів методом періодичної зарядки та розрядки. [4, част.2, стор. 3-5].	2
<b>Разом:</b>		<b>4</b>

**4.3. Зміст практичних занять для студентів денної форми навчання**

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
<i>1 семестр</i>		
1	Механіка [11, ст. 4-8]	2
2	Механіка [11, ст. 4-8]	2
3	Молекулярна фізика і термодинаміка [11, ст. 9-13]	2
4	Електрика [11, ст. 14-19]	2
5	Електрика [11, ст. 14-19]	2
6	Магнетизм [11, ст. 20-25]	2
7	Коливання і хвилі [11, ст. 26-30]	2
8	Хвильові властивості частинок і атомна фізика [11, ст. 36-40]	4
<b>Всього за семестр</b>		<b>18</b>

**Зміст практичних занять для студентів заочної форми навчання**

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
<i>1 семестр</i>		
1	Механіка [11, ст. 4-8] Молекулярна фізика і термодинаміка [11, ст. 9-13]	2
2	Електрика [11, ст. 14-19] Магнетизм [11, ст. 20-25] Коливання і хвилі [11, ст. 26-30]	2
<b>Разом:</b>		<b>4</b>

**4.4. Зміст самостійної роботи студентів денної форми навчання**

Самостійна робота студентів усіх форм навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу тощо. Студенти *заочної* форми навчання виконують ще й контрольну роботу. Вимоги до її виконання та варіанти визначаються методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт, які кожний студент отримує на кафедрі у період настановної сесії.

№ тем	Зміст самостійної роботи студентів	К-ть год.
1-2	<b>Перший семестр навчання.</b> <b>Тема 1-2. Основи класичної механіки. Елементи релятивістської механіки</b> Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу по законах Кеплера [12.стор. 150-153]. Самостійна робота над конспектом лекцій, підручниками, методичними посібниками (підготовка до виконання і захисту лабораторних робіт). Самостійне розв'язання задач індивідуальної контрольної роботи №1 згідно свого варіанту [11] і захист розв'язків цих задач.	8
3-4	<b>Тема 3-4. Основи молекулярної фізики. Термодинаміка.</b> Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу : політропні процеси [12.стор. 278], експериментальна перевірка законів розподілу Максвелла, [12.стор. 288-291], досліди Перена по визначенню числа Авогадро. Цикли теплових машин.	14



	Самостійна робота над конспектом лекцій, підручниками, методичними посібниками (підготовка до виконання і захисту лабораторних робіт).	
5	<b>Тема 5. Явища переносу. Реальні гази. Рідини. Тверді тіла</b> Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу: „Рідини. Змочування. Поверхневий натяг. Тиск Лапласа. Капілярні явища” [1.стор.132-140]. Самостійна робота над конспектом лекцій, підручниками, методичними посібниками, підготовка до виконання і захисту лабораторних робіт	
6	<b>Теми 6. Електростатика.</b> Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу: електростатичні вимірювання, теорема Остроградського-Гауса при наявності діелектриків.[8.стор.48-50, 71-74]. Самостійна робота над конспектом лекцій, підручниками, методичними посібниками, підготовка до виконання і захисту лабораторних робіт.	7
7	<b>Тема 7. Постійний електричний струм.</b> Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу: „Електричний струм в рідинах і газах. Типи розрядів. [8.122-142]. Самостійна робота над конспектом лекцій, підручниками, методичними посібниками, підготовка до виконання і захисту лабораторних робіт, до виконання індивідуальної контрольної роботи №2.	7
8	<b>Тема 8. Електромагнетизм. Електромагнітна індукція</b> Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу: „Магнітне поле рухомого заряду, [8. стор.185-187], взаємна індукція і трансформатори [8. стор.259-262], явище надпровідності [8. стор. 288-293].” Самостійна робота над конспектом лекцій, підручниками, методичними посібниками, підготовка до виконання і захисту лабораторних робіт.	7
9	<b>Тема 9. Механічні коливання і хвилі.</b> Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу: : „ Ультразвук [9. стор.45-49. „Биття [13. стор.191-193], автоколивання[13стор.202-203].” Самостійна робота над конспектом лекцій, підручниками, методичними посібниками (підготовка до виконання і захисту лабораторних робіт. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу: Фізичні основи радіозв'язку, телебачення і радіоастрономії [9. стор.64-70],” „ Електронні і напівпровідникові випрямлячі та підсилювачі [8. стор.330-336].” Самостійна робота над конспектом лекцій, підручниками, методичними посібниками, підготовка до виконання і захисту лабораторних робіт.	7
10	<b>Теми 10. Елементи квантової оптики</b> Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу: „Оптична пірометрія, інші експериментальні підтвердження квантової природи світла” [9, стор. 214-217, 226-229]. Самостійна робота над конспектом лекцій, підручниками, методичними посібниками, підготовка до виконання і захисту лабораторних робіт.	8
11	<b>Тема 11. Фізика твердого тіла.</b> Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу: „Ефект Зеебека, Пельтьє, Томсона.” [10, стор.262-269]. Самостійна робота над конспектом лекцій, підручниками, методичними посібниками, підготовка до виконання і захисту лабораторних.	8
	<b>Разом</b>	<b>66</b>

**Примітка.** Консультації з самостійної роботи студентів проводяться згідно графіка.

Примітка. Зміст самостійної роботи студентів заочної форми навчання включає ці ж теми, а години – згідно розподілу

### 5 Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні класичних та сучасних технологій, зокрема: модульного навчання, проблемного навчання, індивідуального навчання, рівневої диференціації.

### 6 Методи контролю

Поточний контроль здійснюється як під час аудиторних занять, так і під час проведення контрольних заходів. Зокрема, при оцінюванні знань студентів використовуються такі методи контролю:

- лабораторна робота
- практичне заняття

- індивідуальні контрольні роботи
- підсумковий контрольний захід

## 7 Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу і графічної частини; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за інституційною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає, логічний виклад відповіді державною мовою (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними інструментами. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре	Студент виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом і фаховою термінологією, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента будується на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно	Студент виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно	Студент виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати теоретичні знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

**Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль, іспит
<i>2 семестр</i>		
Лабораторні роботи	Контрольні роботи:	Підсумковий контрольний захід
	КР 1	КР 2
ВК: 0,3	0,3	0,4

**Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів заочної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль, іспит
<i>2 семестр</i>		
Лабораторні роботи	Контрольна робота:	Підсумковий контрольний захід
ВК: 0,2	0,3	0,5

**Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС**

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Інституційна оцінка, критерії оцінювання		
A	4,75–5,00	5	Зараховано	<i>Відмінно</i> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок
B	4,25–4,74	4		<i>Добре</i> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4		<i>Добре</i> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3		<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3		<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	Незараховано	<i>Незадовільно</i> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2		<i>Незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

## 8 Питання для самоконтролю результатів навчання

### Тема 1. Фізичні основи класичної механіки

1. Вступ, предмет фізики. Досягнення фізики і її зв'язок з іншими науками
2. Кінематика поступального руху матеріальної точки. Шлях та переміщення. Швидкість та прискорення.
3. Тангенціальне та нормальне прискорення. Повне прискорення.
4. Кінематика обертового руху. Кут повороту, кутова швидкість та кутове прискорення.
5. Динаміка поступового руху. Закони динаміки поступального руху.
6. Закон збереження імпульсу замкнутої системи.
7. Сили тертя.
8. Енергія і робота. Кінетична енергія. Потенціальна енергія.
9. Абсолютно пружні та абсолютно не пружні удари. Коефіцієнт відновлення.
10. Момент Інерції. Вивід формули для моменту інерції однорідного циліндра. Теорема Штейнера.
11. Кінетична енергія тіла, що обертається.
12. Основне рівняння динаміки обертового руху.
13. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу в замкнутій системі. Гіроскопи.

### Тема 2. Елементи релятивістської механіки

14. Перетворення Галілея. Механічний принцип відносності.
15. Постулати спеціальної теорії відносності (постулати Ейнштейна).
16. Перетворення Лоренца і наслідки, що з них випливають.
17. Основний закон релятивістської динаміки.
18. Енергія спокою, кінетична енергія та повна енергія релятивістської частинки. Релятивістське співвідношення між повною енергією і імпульсом частинки.

### Тема 3. 4. 5. Основи молекулярної фізики і термодинаміки

19. Термодинамічний і молекулярно-кінетичний способи вивчення молекулярних систем. Ізотермічний процес.
20. Ізобаричний та ізохоричний процеси. Закон Дальтона.
21. Рівняння Клапейрона та Менделєєва-Клапейрона. Фізичний зміст універсальної газової постійної.
22. Перший закон термодинаміки і його застосування до ізопроцесів.
23. Адіабатичний процес. Рівняння Пуасона.
24. Вивід основного рівняння молекулярно-кінетичної теорії.
25. Внутрішня енергія ідеального газу.
26. Число степенів вільності. Молекулярно-кінетична теорія теплоємності ідеального газу.
27. Рівняння Майєра, коефіцієнт Пуасона та його запис через число степенів вільності.
28. Кругові процеси. Робота при кругових процесах.
29. Цикл Карно. К.к.д. циклу Карно.
30. Другий закон термодинаміки.
31. Поняття про ентропію. Обчислення зміни ентропії в термодинамічних процесах.
32. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Ізотерми реального газу.

### Тема 6. Електростатика

33. Електричний заряд. Закон збереження електричного заряду. Сила взаємодії між точковими електричними зарядами. Закон Кулона.
34. Силова характеристика електростатичного поля (напруженість електростатичного поля) та принцип її суперпозиції.
35. Потік вектора напруженості електростатичного поля. Теорема Остроградського-Гауса для потоку вектора напруженості електростатичного поля через замкнуту поверхню.
36. Використання теореми Остроградського-Гауса для обчислення напруженості електростатичного поля.
37. Робота по переміщенню заряду в електричному полі.
38. Потенціал і різниця потенціалів.

39. Циркуляція вектора напруженості електростатичного поля. Потенціальний характер електростатичного поля.
40. Зв'язок силової і енергетичної характеристик електричного поля.
41. Електрична ємність. Конденсатори. Ємність плоского конденсатора.
42. З'єднання конденсаторів.
43. Енергія системи заряджених тіл. Енергія зарядженого конденсатора.
44. Густина енергії електростатичного поля.

#### **Тема 7. Постійний електричний струм**

45. Постійний електричний струм. Електрорушійна сила. Напруга і різниця потенціалів.
46. Закон Ома і закон Джоуля-Ленца в диференціальній і інтегральній формах.
47. З'єднання опорів (послідовне і паралельне з'єднання провідників).
48. Закони Кірхгофа і їх застосування.

#### **Тема 8. Електромагнетизм. Електромагнітна індукція.**

49. Магнітне поле, магнітна індукція. Закон Біо-Савара-Лапласа.
50. Приклади застосування закону Біо-Савара-Лапласа.
51. Сила Ампера. Сила Лоренца.
52. Ефект Хола.
53. Рух заряджених частинок в магнітному полі.
54. Циклічні прискорювачі, маспектрометри, МГД-генератори.
55. Закон повного струму (циркуляція вектора індукції) для магнітного поля у вакуумі і його застосування.
56. Магнітний момент витка з струмом.
57. Потік вектора магнітної індукції.
58. Робота по переміщенню провідника і контуру із струмом в магнітному полі.
59. Електромагнітна індукція. Закон Фарадея і правило Ленца. Дослід Ленца.
60. Явище самоіндукції. Індуктивність.
61. Струми при замиканні і розмиканні кола, яке містить індуктивність.
62. Енергія системи провідників із струмом. Енергія магнітного поля. Об'ємна густина енергії магнітного поля.
63. Явище взаємоіндукції, взаємоіндуктивність. Трансформатори. Вихрові струми. Скін-ефект.
64. Магнітні моменти атомів.
65. Діамагнетизм і парамагнетизм.

#### **Тема 9. 10. 11. Коливання і хвилі**

66. Феромагнетизм. Магнітний гістерезис.
67. Гармонічні коливання і їх характеристики. Диференціальне рівняння гармонічних коливань.
68. Механічні гармонічні коливання.
69. Електричний коливальний контур.
70. Гармонічний осцилятор. Пружинний, фізичний і математичний маятники.
71. Енергія гармонічних коливань.
72. Складання гармонічних коливань однакового напрямку і однакової частоти.
73. Складання взаємоперпендикулярних коливань однакової частоти.
74. Затухаючі коливання.
75. Вимушені коливання. Резонанс.
76. Активний, реактивний і повний опір в колах змінного струму.
77. Резонанс наруг і резонанс струмів в колах змінного струму.
78. Хвильові процеси. Механізм утворення механічних хвиль у пружному середовищі. Поздовжні і поперечні хвилі.
79. Рівняння бігучої хвилі. Довжина хвилі і хвильове число.
80. Фазова швидкість, дисперсія, енергія хвилі.
81. Принцип суперпозиції хвиль, хвильовий пакет, групова швидкість.
82. Когерентність, інтерференція хвиль.

83. Утворення стоячої хвилі. Рівняння стоячої хвилі і його аналіз.
84. Ефект Доплера для механічних хвиль.
85. Рівняння Максвелла.
86. Електромагнітні хвилі. Вектор Умова-Пойтінга.

#### **Тема 12. Хвильова оптика**

87. Історія розвитку поглядів на природу світла.
88. Елементи геометричної оптики. Явище повного відбивання.
89. Інтерференція світла. Когерентність. Розрахунок інтерференційної картини від 2-х когерентних джерел.
90. Інтерференція світла в тонких плівках. Інтерферометри. Просвітлювальна оптика. Кільця Ньютона.
91. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Прямолінійність поширення світла.
92. Дифракція на круглому отворі. Дифракція від круглого екрану.
93. Дифракція Фраунгофера на одній щілині. Дифракційна решітка.
94. Формула Вульфа-Бреггів (дифракція рентгенівських променів на просторовій кристалічній решітці).
95. Поняття про голографію.
96. Природне і поляризоване світло. Поляризація світла при відбиванні. Закон Брюстера.
97. Закон Малюса.
97. Подвійне променезаломлення. Поляроїди і поляризаційні призми.
98. Штучна оптична анізотропія. Ефект Кера.
99. Поляриметрія. Оптична активність середовища.
100. Ефект Фарадея.

#### **Тема 13. Елементи квантової оптики**

101. Теплове випромінювання. Абсолютно чорне тіло. Закон Кірхгофа.
102. Закон Стефана-Больцмана.
103. Закон Віна для теплового випромінювання.
104. Квантова гіпотеза Планка. Формула Планка.
105. Пірометрія.
106. Фотоефект. Види фотоефекту. Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту.
107. Тиск світла. Досліди Лебедева.
108. Ефект Комптона.
109. Діалектична єдність корпускулярних і хвильових властивостей електромагнітного випромінювання.

#### **Тема 14. 15. 16. Атомна фізика. Елементи квантової механіки. Елементи квантової статистики**

110. Моделі атома. Досліди Резерфорда.
111. Постулати Бора.
112. Теорія Бора для атома водню і водневоподібних.
113. Серіальні закономірності у випромінюванні атомів водню. Лінійчасті спектри.
114. Гіпотеза і формула Луї де Бройля. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.
115. Хвильова функція і її статистичний зміст. Властивості хвильової функції.
116. Загальне рівняння Шредінгера і рівняння Шредінгера для стаціонарних станів.
117. Застосування рівняння Шредінгера для задачі знаходження частинки в безмежно глибокій прямолінійній "потенціальній ямі".
118. Лінійний гармонічний осцилятор з класичної і квантової теорії. Тунельний ефект.
119. Атом водню в квантовій механіці. Квантові числа. Серіальні закономірності випромінювання атома водню.
120. Принцип Паулі. Розподіл електронів в атомах по оболочках і підоболочках (розподіл електронів по станах).
121. Рентгенівські спектри. Гальмівне рентгенівське випромінювання. Характеристичне рентгенівське випромінювання.
122. Молекулярні спектри. Комбінаційне розсіювання світла.

123. Спонтанне і вимушене випромінювання. Принцип роботи оптичних квантових генераторів. (Мазери, лазери).

124. Елементи квантової статистики.

#### Тема 17. Фізика твердого тіла

125. Хімічний потенціал. Узагальнення (усуспільнення) електронів в кристалах. Утворення зон енергетичних рівнів.

126. Розподіл електронів по енергетичних рівнях в зонах. Валентна зона. Зона провідності. Заборонена зона.

127. Метали (провідники), діелектрики і напівпровідники з точки зору зонної теорії твердих тіл.

128. Власна провідність напівпровідників.

129. Домішкові напівпровідники n-типу і р-типу. Домішкова провідність напівпровідників.

130. Визначення ширини забороненої зони і енергії домішкових рівнів у напівпровідників використовуючи теорію провідності напівпровідників.

131. Фотопровідність напівпровідників. Люмінесценція напівпровідників. Термрестимульовані провідність і люмінесценція в напівпровідниках.

132. Контакт двох металів. Контактна різниця потенціалів. Закони Вольта.

133. Ефект Зеебека, ефект Пельтье і ефект Томсона.

134. Контакт металу і напівпровідника n-типу (або р-типу).

135. Контакт напівпровідника n-типу і р-типу. Напівпровідниковий діод.

136. Напівпровідниковий тріод.

#### Тема 18. Ядерна фізика

137. Заряд, розміри та маса ядра. Будова ядра. Дефект маси і енергія зв'язку ядра.

138. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Активність радіоактивного елементу.

139  $\alpha$ -,  $\beta$  -  $\gamma$  - випромінювання. Ядерні реакції.

140 Елементарні частинки і їх класифікація.

### 9 Методичне забезпечення

1. В. Б. Дроздовський, Г. І. Костишина .Фізика. Конспект лекцій для студентів факультету комп'ютерної інженерії та радіоелектроніки. Хмельницький: ХНУ, 2005. 152с.

2.В.М. Голоджка, В.Б. Дроздовський. Фізика. Збірник задач для контрольних робіт та колоквиумів. Хмельницький: ТУП, 2002. - 50с.

3. Методичні вказівки для лабораторних робіт. Ч.-1/Голоджка В.М., Костишина Г.І., Ткачук А.В.-Хмельницький: ХНУ, 2014. - 60с.

4. Методичні вказівки для лабораторних робіт. Ч.-2/Голоджка В.М., Єрмоєнко О.І., Костишина Г.І.-Хмельницький: ХНУ, 2015. - 42с.

5. Методичні вказівки для лабораторних робіт. Ч.-3/Єрмоєнко О.І., Федула М.В.-Хмельницький: ХНУ, 2016. - 58с.

6. Методичні вказівки для лабораторних робіт. Ч.-4/Новікова В.В., Драпак З.Т.-Хмельницький: ТУП, 20012 - 63с.

7. Фізика. Практикум з розв'язування задач та тестових завдань (розділи: механіка. молекулярна фізика і термодинаміка та магнетизм)/ В.М. Голоджка, О.І. Єрмоєнко, М.В. Федула.-Хмельницький: ХНУ, 2017. - 44с.

8. Фізика. Практикум з розв'язування задач та тестових завдань (розділи: коливання та хвилі, оптика, квантово-оптичні явища, квантова механіка, ядерна фізика)/ А.В. Ткачук, І.В. Гула.- Хмельницький: ХНУ, 2018. - 60с.

## 10 Рекомендована література

1. В. Б. Дроздовський, Г. І. Костишина .Фізика. ч. 1, ч.2. Конспект лекцій для студентів факультету комп'ютерної інженерії та радіоелектроніки. Хмельницький: ХНУ, 2005. 152с.
- 2.Т. И. Трофимова Курс фізики: Учебное пособие. - М.: Высшая школа, 1998.
3. Загальна фізика.Методичні вказівки до лабораторних робіт. Частина 1. Хмельницький. ТУП, 2001, 62с.
4. Загальна фізика.Методичні вказівки до лабораторних робіт. Частина 2. Хмельницький. ТУП, 2001, 42с.
- 5.Загальна фізика. Методичні вказівки до лабораторних робіт. Частина 3. Хмельницький, ТУП. 2002, 69с.
- 6.Загальна фізика. Методичні вказівки до лабораторних робіт. Частина 4. Хмельницький, ТУП. 2002, 69с.
7. Б. М. Яворський, А. А. Детлаф, Л. Б. Милковська, Г. П. Сергеев. Курс фізики т.1 “Вища школа” Київ, 1970.
8. Б. М. Яворський, А. А. Детлаф, Л. Б. Милковська. Курс фізики т.2 “Вища школа” Київ, 1972.
9. Б. М. Яворський, А. А. Детлаф. Курс фізики т.3. “Вища школа” Київ, 1973.
10. Загальний курс фізики (Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка). Том 1 /Л.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик.- Київ: Техніка, 2007 - 531 с..
- 11.В.М. Голоджка, В.Б. Дроздовський. Фізика. Збірник задач для контрольних робіт та колоквиумів. Хмельницький: ТУП, 2002. - 50с.
12. Загальний курс фізики (Електрика і магнетизм). Том 2 /Л.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик.- Київ: Техніка, 2001 - 454 с.
13. Загальний курс фізики (Оптика. Квантова фізика). Том 3 /Л.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик.- Київ: Техніка, 1999 - 518 с.
14. В. Б. Дроздовський, Г. І. Костишина .Фізика. ч. 5. Конспект лекцій для студентів факультету комп'ютерної інженерії та радіоелектроніки. Хмельницький: ХНУ, 2006. 115с.
15. Фізика.(Фізика для інженерів). Підручник /І.Є. Лопатинський, І.Р. Зачек, Г.А. Ільсук, Б.М. Романишин.-Львів: Афіша, 2009. - 386с.
16. Збірник задач з фізики. Андрейко А.М., Бандрівчак І.В., Баран С.Р. і ін.. (за ред. І.Є.Лопатинського та А.М. Андрейка).- нац. університет “Львівська політехніка”, 2010. - 316с.

## 11 Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. Режим доступу : <https://msn.khnu.km.ua>.
2. Електронна бібліотека університету .  
Режим доступу : [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/plage\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/plage_lib.php).
3. Репозитарій ХНУ. Режим доступу : <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.