

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ФІЗИКА»



Ступінь освіти	бакалавр
Освітня програма	Професійна освіта (Нафтогазова справа)
Тривалість викладання	Весняний семестр 3, 4 чверть
Заняття:	2-й семестр
лекції:	2 години
лабораторні заняття:	2 години
Мова викладання	українська

Кафедра, що викладає Фізика

Онлайн-консультації \*: Microsoft Teams: 16.05-17.25, щовівторка та щочетверга



**Викладачі:**

**Гаркуша Ігор Павлович**

Професор, кандидат фізико-математичних наук

**Персональна сторінка**

<https://physics.nmu.org.ua/ua/personal/professori/GarkushaIP/>

**E-mail:**

**Harkusha.I.P@nmu.one**



**Титаренко Валентина Василівна**

Доцент, кандидат фізико-математичних наук

**Персональна сторінка**

<https://physics.nmu.org.ua/ua/personal/docents/Tytarenko/?par=1>

**E-mail:**

**Tytarenko.V.V@nmu.one**

## 1. Анотація до навчальної дисципліни

*Фізика* – як навчальна дисципліна, забезпечує поглиблення знань студентів про основні властивості речовини і поля, засвоєння методів та методик отримання достовірних даних про фізичні властивості речовин, конструкційних матеріалів та залежності їх властивостей від змін оточуючого середовища; засвоєння основних характеристик та методів вимірювання механічних, термічних, електричних, магнітних і оптичних властивостей речовин як на макро-, так і на мікроскопічному рівнях.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета дисципліни** – формування компетентностей щодо використання законів класичної та сучасної фізики у практичній діяльності майбутнього фахівця та під час вивчення ним інших спеціальних дисциплін, передбачених ОПП. Створити рівень знань з фізики, який не дозволить майбутньому педагогу приймати кричуще неграмотні та фізично небезпечні пояснення процесів виробництва.

**Завдання навчальної дисципліни:** основними завданнями при вивченні дисципліни «Фізика» дати студентам достатньо широку теоретичну підготовку в області фізичних властивостей речовин та матеріалів, які дозволили б майбутнім спеціалістам орієнтуватись у потоці наукової і технічної інформації та забезпечили б їм можливість використовувати в роботі новітні фізичні принципи;

– сформувати у студентів наукове мислення, правильне розуміння границь застосування різних фізичних понять, теорій та вміння оцінювати ступінь достовірності результатів, отриманих із допомогою експериментальних чи математичних методів дослідження;

– ознайомити студентів із сучасною науковою апаратурою та виробити в них початкові навички проведення експериментальних досліджень з метою виявлення тих чи інших характеристик досліджуваного об'єкта;

– сприяти розвитку у студентів фізичного мислення та діалектичного світогляду;

– ознайомити студентів з історією фізичної науки та роллю українських вчених у розвитку фізики.

## 3. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- основні фізичні закони і формули, що описують фізичні процеси;
- основні фізичні константи, та сферу їх використання;
- принцип роботи основних вимірювальних приладів;
- способи одержання необхідних експериментальних даних.

**вміти:**

- давати означення основним поняттям і фізичним явищам;
- характеризувати фізичні властивості речовин та знати дескриптори їх розрізнення;
- складати рівняння простих фізичних рухів і процесів;
- виконувати основні фізичні розрахунки та прості фізичні вимірювання: маси, температури, густини, в'язкості, напруги та струму, частоти, освітлення, дози радіації та інше;
- застосовувати набуті знання до вирішення конкретних технічних чи дослідницьких завдань.

Засвоївши курс загальної фізики, студенти вказаного напрямку підготовки повинні з повним розумінням знати фундаментальні закони фізики і методи їх досліджень, а також вміти застосовувати ці знання при розгляді окремих явищ, використовувати їх фізичну суть; вміти поєднувати макроскопічні явища з їх

мікроскопічним механізмом; вміти використовувати знання з курсу загальної фізики при вивченні інших дисциплін як загальних так і за фахом.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

<i>Лекційні заняття</i>	
№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1.	<p><b>1. Фізичні основи механіки</b></p> <p>Розділ 1. Тема 1.1. <b>Елементи кінематики.</b></p> <p>Фізичні моделі: матеріальна точка, абсолютно тверде тіло. Кінематичний опис руху. Швидкість, як похідна радіус-вектора за часом. Радіус кривизни траєкторії. Прискорення при криволінійному русі. Нормальне і тангенціальне прискорення. Елементи кінематики твердого тіла. Поступальний рух твердого тіла. Обертання твердого тіла навколо нерухомої осі. Кутова швидкість та кутове прискорення, зв'язок між лінійними та кутовими переміщеннями, швидкостями та прискореннями точок твердого тіла, що обертається.</p>
2.	<p>Розділ 1. Тема 1.2. <b>Динаміка матеріальної точки та поступального руху твердого тіла. Сили в механіці.</b></p> <p>Маса і імпульс тіла. Закони Ньютона. Сили в механіці. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух.</p>
3.	<p>Розділ 1. Тема 1.3. <b>Динаміка твердого тіла, яке має нерухому вісь обертання.</b></p> <p>Основне рівняння динаміки обертального руху твердого тіла навколо закріпленої осі. Кінетична енергія обертального руху. Момент імпульсу. Момент сили. Закон збереження моменту імпульсу.</p> <p>Розділ 1. Тема 1.4. <b>Закон збереження.</b></p> <p>Робота. Потужність. Кінетична енергія. Кінетична енергія твердого тіла, яке обертається навколо нерухомої осі. Консервативні і дисипативні сили. Потенціальна енергія тіла в гравітаційному полі. Потенціальна енергія. Закон збереження енергії механічної системи.</p>
4.	<p>Розділ 1. Тема 1.5. <b>Елементи механіки суцільних середовищ.</b></p> <p>Гідростатика. Тиск у рідині і газі. Гідродинаміка. Рівняння нерозривності. Рівняння Бернуллі. Рівняння Торічеллі. В'язкість (внутрішнє тертя).</p>
5.	<p><b>2. Молекулярна фізика та термодинаміка</b></p> <p>Розділ 2. Тема 2.1. <b>Основи молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу.</b></p> <p>Тиск газу з точки зору молекулярно-кінетичної теорії. Швидкості теплового руху газових молекул. Молекулярно-кінетичне визначення температури. Температурні шкали. Основне рівняння молекулярно - кінетичної теорії ідеального газу, рівняння Менделєєва-Клайперона. Закони ідеальних газів. Швидкості газових молекул. Розподіл молекул за швидкостями (розподіл Максвелла). Барометрична формула. Розподіл Максвелла -Больцмана.</p>
6.	<p>Розділ 2. Тема 2.2. <b>Явища переносу в газах.</b></p> <p>Молекулярний рух і явища переносу. Середнє число зіткнень в одиницю часу та середня довжина вільного пробігу молекул. Дифузія і теплопровідність. Коефіцієнт дифузії. Коефіцієнт теплопровідності. В'язкість газів і рідин.</p>
7.	<p>Розділ 2. Тема 2.3. <b>Основи термодинаміки.</b></p> <p>Термодинамічна система. Внутрішня енергія. Кількість теплоти. Перший закон термодинаміки. Теплоємність ідеального газу. Адіабатичний процес. Рівняння</p>

	Пуассона. Політропічні процеси. Робота, що виконується газом при різних процесах.
8.	Розділ 2. Тема 2.3. <b>Основи термодинаміки.</b> Оборотні та необоротні процеси. Коловий процес (цикл). Тепловий двигун, холодильна машина. Цикл Карно та його ККД. Теорема Карно. ККД реальних теплових машин. Другий закон термодинаміки. Поняття про ентропію. Зв'язок ентропії з імовірністю стану системи. Закон зростання ентропії.
9.	Розділ 2. Тема 2.4. <b>Реальні гази.</b> Реальні гази. Сили міжмолекулярної взаємодії в газах. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Ізотерми Ван-дер-Ваальса. Критичний стан речовини.
10	Розділ 2. Тема 2.5. <b>Тверді тіла.</b> Кристалічні та аморфні тіла. Сили зв'язку в твердих тілах. Фізичні типи кристалів Дефекти в реальних кристалах. Короткі відомості про пружні властивості твердих тіл.
11	Розділ 2. Тема 2.6. <b>Рідини.</b> Загальні властивості та будова рідин. Поверхневий натяг Умови рівноваги на межі рідина - тверде тіло. Змочування Тиск під викривленою поверхнею. Формула Лапласа Капілярні явища. Випаровування і кипіння рідин. Поняття про рідкі кристали.
12.	<b>3. Електродинаміка.</b> Розділ 3. Тема 3.1. <b>Електростатичне поле у вакуумі</b> Закон збереження електричного заряду. Закон Кулона. Принцип суперпозиції. Електричне поле. Напруженість електричного поля. Лінії вектора напруженості. Потік вектора напруженості. Електростатична теорема Гаусса та її застосування. Потенціальність електростатичного поля. переміщення заряду в електростатичному полі. Потенціал поля. Зв'язок потенціалу з напруженістю.
13.	Розділ 3.Тема 3 2. <b>Електричне поле в діелектриках .</b> Диполь в зовнішньому електричному полі Типи діелектриків. Поляризація діелектриків. Поляризованість. Діелектрична сприйнятливість.
14	Розділ 3.Тема 3 3. <b>Електричне поле в провідниках.</b> Рівновага зарядів на провіднику. Електроємність відокремленого провідника. Конденсатори. З'єднання конденсаторів. Енергія електростатичного поля. Густина енергії електростатичного поля.
15.	Розділ 3.Тема 3 4. <b>Постійний електричний струм</b> Постійний електричний струм, його характеристики і умови існування. Сторонні сили, ЕРС і напруга. Закон Ома для однорідної ділянки кола. Електричний опір провідника. Послідовне і паралельне з'єднання провідників. Робота, потужність і тепла дія струму. Закон Джоуля – Ленца. Елементи класичної електронної теорії електропровідності металів.
16.	Розділ 3.Тема 3.5. <b>Стале магнітне поле у вакуумі</b> Магнітне поле. Вектор магнітної індукції Закон Біо-Савара-Лапласа і його застосування до розрахунку полів прямого і кругового струмів Магнітне поле рухомого заряду Дія магнітного поля на провідник зі струмом. Закон Ампера Взаємодія двох паралельних струмів. Визначення одиниці сили струму - ампера Дія магнітного поля на рухомий заряд. Сила Лоренца Рух заряджених частинок в магнітному полі Циркуляція вектора магнітної індукції у вакуумі Магнітне поле соленоїда і тороїда Потік вектора магнітної індукції . Робота, що здійснюється при переміщенні провідника зі струмом в магнітному полі Момент сил, що діють на контур зі струмом в однорідному магнітному.

17.	<p><b>Розділ 3. Тема . 3 6. Магнітне поле в речовині</b></p> <p>Намагнічення речовини Опис магнітного поля в речовині. Циркуляція вектора магнітної індукції в речовині. Напруженість магнітного поля. Магнітна сприйнятливість і магнітна проникливість. Граничні умови на межі поділу двох магнетиків. Природа молекулярних струмів. Магнітні властивості атомів. Діа- і парамагнетизм. Магнітовпорядковані речовини (феро -, антиферо-, феромагнетики).</p>
18	<p><b>Розділ 3. Тема 3.7. Явище електромагнітної індукції.</b></p> <p>Явище електромагнітної індукції. Закон Фарадея. Визначення закону електромагнітної індукції з закону збереження енергії. Правило Ленца Природа ЕРС індукції. Визначення закону електромагнітної індукції на основі електронної теорії Явище самоіндукції. Індуктивність. Явище взаємної індукції. Енергія магнітного поля.</p>
19.	<p><b>Розділ 4. Тема 4.1. Механічні коливання і хвилі.</b></p> <p>Коливання та їх характеристики. Гармонічні коливання. Диференціальні коливання незгасаючого гармонічного коливання. Пружинний, фізичний та математичний маятники. Згасаючі та вимушені коливання. Хвилі у пружному середовищі.</p>
20	<p><b>Розділ 4. Тема 4.2. Електромагнітні коливання і хвилі.</b></p> <p>Вихрове електричне поле. Перше рівняння Максвелла Струм зміщення. Друге рівняння Максвелла Третє і четверте рівняння Максвелла Повна система рівнянь Максвелла для електромагнітного поля. Аналіз рівнянь Максвелла і висновки з них. Електричний коливальний контур. Загасаючі та вимушені електромагнітні коливання. Електромагнітні хвилі. Швидкість поширення електромагнітних хвиль Енергія електромагнітної хвилі. Вектор Пойнтінга. Загальні відомості про світлові хвилі. Інтерференція світла. Дифракція світла. Поляризація та дисперсія світла.</p>
21.	<p><b>Розділ 5. Тема 5.1. Елементи квантової теорії випромінювання, атомної фізики та фізики твердого тіла.</b></p> <p>Основи квантової теорії теплового випромінювання. Деякі квантово-оптичні ефекти. Фізичні основи квантової електроніки. Спонтанне та вимушене випромінювання. Елементи фізики атомів. Елементи зонної теорії твердих тіл і фізики напівпровідників. Поняття про макроскопічні квантові ефекти.</p>
22.	<p><b>Розділ 5. Тема 5.2. Елементи квантової фізики.</b></p> <p>Корпускулярно-хвильовий дуалізм матерії. Хвилі де-Бройля. Рівняння Шредингера. Будова атомів. Спонтанне і вимушене випромінювання. Лазери.</p>
23.	<p><b>Розділ 6. Тема 6.1. Фізика атомного ядра</b></p> <p>Склад ядра. Дефект маси і енергія зв'язку ядра. Питома енергія зв'язку. Ядерні сили. Радіоактивність. Реакція поділу важких ядер. Атомна енергетика. Деякі аспекти екології при експлуатації ТЕС і АЕС.</p>
<b>Лабораторні заняття</b>	
1.	<p><b>Лабораторні роботи з фізичних основ механіки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Вивчення методики статистичної обробки експериментальних даних</li> <li>b. Вивчення законів динаміки поступального руху на приладі Атвуда</li> <li>c. Вивчення закономірностей пружного зіткнення куль</li> <li>d. Визначення моменту інерції хрестоподібного маятника Обербека</li> <li>e. Визначення моментів інерції твердого тіла за допомогою крутильного маятника</li> <li>f. Визначення швидкості польоту кулі за допомогою балістичного маятника</li> <li>g. Визначення моменту інерції маятника Максвелла динамічним методом</li> <li>h. Вивчення руху гіроскопа</li> <li>i. Визначення моменту інерції тіл динамічним методом</li> </ol>

	Визначення модуля Юнга сталі з розтягування дроту
2.	<b>Лабораторні роботи з молекулярної фізики та термодинаміки:</b> a. Визначення теплопровідності твердих тіл b. Вимірювання вологості повітря c. Вивчення явища внутрішнього тертя d. Визначення поверхневого натягу рідини e. Визначення в'язкості повітря шляхом витікання через капіляр f. Визначення відношення питомих теплоємностей газів методом адіабатного розширення g. Визначення теплопровідності цегли h. Визначення залежності коефіцієнта в'язкості рідини від температури
3.	<b>Лабораторні роботи з електродинаміки:</b> a. Вимірювання опору методом містка b. Вимірювання електрорушійної сили методом компенсації c. Вимірювання ЕРС методом компенсації d. Дослідження залежностей коефіцієнта корисної дії джерела струму і його потужностей від опору навантаження e. Експериментальне дослідження електростатичного поля методом моделювання f. Визначення опору міліамперметра та опору джерела струму методом шунтування g. Визначення ємності конденсатора містком Соті h. Визначення індуктивності котушок i. Визначення відношення заряду електрона до його маси методом відхилення пучка електронів у магнітному полі Землі j. Вивчення магнітного поля соленоїда
4.	<b>Лабораторні роботи з коливальних та хвильових процесів:</b> a. Вивчення стоячих хвиль та визначення власних частот коливань струни b. Дослідження згасаючих коливань в коливальному контурі c. Вивчення вільних коливань математичного маятника d. Визначення швидкості звуку в твердих тілах e. Додавання взаємно перпендикулярних коливань
5.	<b>Лабораторні роботи з елементи квантової теорії випромінювання, атомної фізики та фізики твердого тіла:</b> a. Дослідження роботи напівпровідникових діодів. b. Визначення сталої Стефана-Больцмана за допомогою оптичного пірометра. c. Вивчення залежності опору напівпровідників від температури та визначення ширини забороненої зони напівпровідника.
6.	<b>Лабораторні роботи з фізики атомного ядра:</b> a. Вивчення спектра атома водню b. Дослідження поглинання гамма-випромінювання різними матеріалами

## 5. Система оцінювання та вимоги

**5.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:**

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
0-59	незадовільно

**5.2.** Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Лабораторна частина		Бонус	Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні		
59	37	25	4	<b>100</b>

Лабораторні роботи приймаються при наявності звітів за контрольними запитаннями до кожної з роботи. Оцінюється кожна лабораторна робота від 0 до 10 балів. Оцінка за лабораторну роботу враховує:

- ступінь готовності до лабораторної роботи;
- самостійність виконання експериментальних вимірювань;
- правильність розрахунків, графіків;
- рівень формулювання висновку;
- захист лабораторної роботи.

Теоретична частина оцінюється за результатами задачі двох контрольних тестових робіт, кожна з яких містить 15 питань. Тестове завдання містить теоретичні та розрахунково-графічні питання та завдання до матеріалу лекційних занять. Орієнтовний тип питань.

Питання №	бал	Тип питання
1 - 5	0...4	Аналіз співвідношень та формул
6 - 10	0...6	Розв'язок за рисунком/графіком
11 - 15	0...10	Задача на відтворення формули
		Обернена задача
		Дворівнева задача
Всього	0...100	

Бали за активність та успішність на занятті є бонусними. Максимальний бонусний бал – 4.

### **5.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи**

Підсумкове оцінювання відбувається у формі виконання комплексної контрольної роботи під час сесії. У підсумковому оцінюванні беруть участь здобувачі вищої освіти, що набрали менше 60 балів та/або прагнуть поліпшити оцінку підсумкову оцінку, сформовану за результатами поточного контролю. Екзаменаційна робота містить 15 запитань до матеріалу лекційних занять. За виконану роботу нараховуються бали:

**59 балів** – дана правильна відповідь на теоретичні питання 1-5, розв'язок правильний розрахунково-графічних питань 6-15.

**50 балів** – дана правильна відповідь на теоретичні питання 1-5, розв'язок правильний розрахунково-графічних питань 6-10 та трьох задач з

питань 11-15, але є несуттєві помилки при розгляді двох задач з питань 11-15.

- 40 балів** – дана правильна відповідь на теоретичні питання 1-5, розв'язок правильний розрахунково-графічних питань 6-10 та дана правильна відповідь на одну задачу з питань 11-15, хоча у розв'язку є арифметичні помилки.
- 30 балів** – дана правильна відповідь на теоретичні питання 1-5, розв'язок правильний розрахунково-графічних питань 6-10, відповідь неправильна або розв'язок відсутній на питання 11-15.
- 20 балів** – дана правильна відповідь на теоретичні питання 1-5, розв'язок правильний двох розрахунково-графічних питань з 6-10, відповідь неправильна або розв'язок відсутній на питання 11-15.
- 10 балів** – дана правильна відповідь на питання 1-5, відповідь відсутня або неправильна на питання 6-15.
- 0 балів** – відповіді на питання відсутні або повністю невірні, або робота здана несвоєчасно.

## **6. Політика курсу**

### **6.1. Політика щодо академічної доброчесності**

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення лагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". <https://inlnk.ru/xvgyx>.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

### **6.2. Комунікаційна політика**

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

### **6.3. Політика щодо перескладання**

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).



#### **6.4. Політика щодо оскарження оцінювання**

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

#### **6.5. Відвідування занять**

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, відрядження, які необхідно підтверджувати документами у разі тривалої (два тижні) відсутності. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись дистанційно - в онлайн-формі, за погодженням з викладачем.

#### **6.6. Студентоцентрований підхід**

Для врахування інтересів та потреб студентів на початку вивчення курсу здобувачам вищої освіти пропонується відповісти у системі Moodle на низку питань щодо інформаційного наповнення курсу. Відповідно до результатів опитування формується траєкторія навчання з урахуванням потреб студентів.

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувачам вищої освіти пропонується анонімно заповнити у системі Moodle електронні анкети для оцінки рівня задоволеності методами навчання і викладання та врахування пропозицій стосовно покращення змісту навчальної дисципліни. За результатами опитування вносяться відповідні корективи у робочу програму та силабус.

### **7. Рекомендовані джерела інформації**

1. Янг Г., Фрідман Р. Фізика для університетів. – Підручник. Львів, Наутілус. 2018. – 1516 с. .

2. Курс загальної фізики. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів/ Кармазін В.В., Семенець В.В. – К.: Кондор, 2016. – 786 с.

3. Венгренівч Р.Д., Стасик М.О. Фізика : підручник для студ. вищ. навч. закл. Чернівці : Друк Арт, 2017. – 736 с.

4. Бригінець В.П., Репалов І.М., Пономаренко Л.П., Якуніна Н.О. Збірник задач із загальної фізики [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів інженерно-технічних спеціальностей. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 230 с.

5. Гаркуша І.П., Курінний В.П. Фізика. Навч. посібн. у 7 ч. Ч. 1. Механіка. Ч. 3. Електрика і магнетизм. Ч. 4. Коливання і хвилі. Ч. 5. Хвильова оптика. Ч. 6. Квантова фізика. Ч. 7. Фізика атомного ядра і елементарних частинок. Д. НТУ «Дніпровська політехніка», 2018 – 2020. – 598 с.

6. Гаркуша І.П. Елементи фізики напівпровідників. Навчальний посібник: - Д.:НТУ «Дніпровська політехніка», 2022. – 80 с.

7. Дидух Л.Д. Електрика та магнетизм : підручник .- Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. – 464 с.

8. Бойко В.В., Булах В.І., Гуменюк Я.О., Ільїн П.П. Фізика. Підручник для вищих навчальних закладів. К.: Ліра-К, 2016. – 468 с.

9. Фізика [Електронний ресурс]: навч. посіб. у 2-х ч.: Ч.1. Механіка. Молекулярна фізика. Електрика. / І. П. Гаркуша, В. М. Горев; М. О. Журавльов, А. В.

Подляцька; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 154 с.

10. Фізика [Електронний ресурс]: навч. посіб. у 2-х ч. Ч.2. Магнетизм. Коливання і хвилі. Напівпровідники. Атом. Атомне ядро / І. П. Гаркуша, В.М. Горев, М.О. Журавльов, В.В. Титаренко; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 169 с.