

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Кафедра фізики

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

завідувач кафедри

Гаркуша І.П. \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Фізика»**

Галузь знань .....	19 Архітектура та будівництво
Спеціальність .....	193 Геодезія та землеустрій
Освітній рівень.....	бакалавр
Освітньо-професійна програма	Геодезія та землеустрій
Спеціалізація .....	Геодезія та землеустрій
Статус .....	Нормативна
Загальний обсяг .....	8 кредитів ЄКТС (240 годин)
Форма підсумкового контролю	екзамен
Термін викладання .....	2-й та 3-й семестри
Мови викладання .....	Українська

Викладачі: Зайцев А.С., Барташевська Л.І.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2019

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізика» для бакалавр спеціальності 193 Геодезія та землеустрій / Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка», каф. фізики. – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 12 с.

Розробники: Зайцев А.С., Барташевська Л.І.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Робоча програма буде в пригоді для формування змісту підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників кафедр університету.

Погоджено рішенням методичної комісії спеціальності 193 Геодезія та землеустрій (протокол № від 2019).

## ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ .....	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ .....	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ .....	4
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ .....	6
6.1 Шкали .....	6
6.2 Засоби та процедури.....	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	11
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	11

## 1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності 193 Геодезія та землеустрій здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни БЗ «Фізика» віднесено такі результати навчання:

ПР1	Знати сучасні теорії, підходи, принципи і фундаментальні положення з фізики та фахових і прикладних інженерно-технологічних дисциплін для моделювання та вирішення конкретних задач у виробничій сфері
-----	--

**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 ОПІ для відповідного напрямку.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

## 2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ПР1	ПР1.1-БЗ	Знати : основні закони та поняття класичної (в тому числі релятивістської) і квантової механіки, термодинаміки і статистичної фізики, електродинаміки, теорії коливань та хвиль, фізики атомів, молекул, атомного ядра та конденсованого стану.
	ПР1.2-БЗ	Формування здібностей до узагальнень, аналізу, сприйняття інформації, постановки наукової задачі та вибору шляху її розв'язку.

## 3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Б1 Вища математика	Володіти основними поняттями векторної алгебри, поняттями похідної (у тому числі частинної), первісної, визначеного інтеграла та інтеграла вздовж ліній та поверхонь, теорії степеневих рядів та рядів Фур'є, диференціальних рівнянь та теорії ймовірностей.
	Уміти здійснювати алгебраїчні операції над векторами, обчислювати похідні, первісні визначені інтеграли для елементарних функцій, здійснювати розкладання елементарних функцій до степеневих ряду, розв'язувати найпростіші диференціальні рівняння

## 4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	120	60	60	-	-	-	-
лабораторні	120	60	60	-	-	-	-
РАЗОМ	240	120	120				

## 5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	2	Обсяг складових, години
	<b>ЛЕКЦІЇ</b>	<b>120</b>
CP5	<b>1 Фізичні основи механіки</b>	32
	Тема 1. Вступ до механіки	
	Тема 2. Елементи кінематики	
	Тема 3. Динаміка матеріальної точки та поступального руху твердого тіла. Сили в механіці	
	Тема 4. Динаміка твердого тіла, яке має нерухому вісь обертання	
	Тема 5. Закони збереження	
CP5	<b>2 Електродинаміка</b>	32
	Тема 1. Загальні відомості про електростатичне поле; електростатичне поле у вакуумі	
	Тема 2. Електростатичне поле в діелектрику	
	Тема 3. Постійний електричний струм. Електричне поле постійного струму	
	Тема 4. Стале магнітне поле у вакуумі	
	Тема 5. Дія магнітного поля на рухомі заряди і провідник зі струмом	
	Тема 6. Магнітне поле в речовині	
	Тема 7. Принцип відносності в електродинаміці. Відносний характер електричного та магнітного полей	
	Тема 8. Явище електромагнітної індукції. Різні механізми виникнення ЕРС індукції	
Тема 9. Основи теорії Максвелла для електромагнітного поля		
CP5	<b>3. Коливальні та хвильові процеси</b>	22
	Тема 1. Загальні відомості про коливальні процеси; вільні коливання	
	Тема 2. Додавання гармонічних коливань; вимушені коливання	
	Тема 3. Хвильові процеси; пружні хвилі	
	Тема 4. Електромагнітні хвилі	
	Тема 5. Поняття про змінний струм. Періодичні процеси у колах змінного струму	
	Тема 6. Загальні відомості про світлові хвилі. Інтерференція світла Дифракція світла. Поляризація та дисперсія світла	
Тема 7. Елементи квантової механіки		
CP5	<b>4. Молекулярна фізика та термодинаміка</b>	8
	Тема 1. Елементи класичної та квантової статистики	
	Тема 2. Основи термодинаміки	
	Тема 3. Елементи фізичної кінетики. Процеси переносу.	

Шифри ДРН	2	Обсяг складових, години
	Тема 4. Агрегатні стани. Фазова рівновага та фазові перетворення	
CP5	<b>5. Елементи квантової теорії випромінювання, атомної фізики та фізики твердого тіла</b>	16
	Тема 1. Основи квантової теорії теплового випромінювання	
	Тема 2. Деякі квантово-оптичні ефекти. Корпускулярно-хвильовий характер електромагнітного поля випромінювання	
	Тема 3. Фізичні основи квантової електроніки. Спонтанне та вимушене випромінювання	
	Тема 4. Елементи фізики атомів. Оптичні та рентгенівські спектри.	
	Тема 5. Елементи зонної теорії твердих тіл і фізики напівпровідників	
	Тема 6. Поняття про макроскопічні квантові ефекти	
CP5	<b>6. Фізика атомного ядра</b>	10
	Тема 1. Склад, енергія зв'язку ядра та статичні характеристики атомних ядер	
	Тема 2. Ядерні реакції. Радіоактивність	
	Тема 3. Елементи дозиметрії та фізичні основи ядерної енергетики	
	Тема 4. Фундаментальні частинки і взаємодії; сучасна фізична картина світу.	
	<b>ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>120</b>
	<b>1. Лабораторні роботи з фізичних основ механіки</b>	32
	<b>2. Лабораторні роботи з електродинаміки</b>	32
	<b>3. Лабораторні роботи з коливальних та хвильових процесів</b>	22
	<b>4. Лабораторні роботи з молекулярної фізики та термодинаміки</b>	8
	<b>5. Лабораторні роботи з елементи квантової теорії випромінювання, атомної фізики та фізики твердого тіла</b>	16
	<b>6. Лабораторні роботи з фізики атомного ядра</b>	10
	<b>РАЗОМ</b>	<b>240</b>

## 6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до «Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

### 6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

#### *Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»*

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно

74...89	добре
60...73	задовільно
0...59	незадовільно

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації.

## 6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами НРК до 6-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

### *Засоби діагностики та процедури оцінювання*

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів; виконання ККР під час екзамену за бажанням студента
лабораторні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Лабораторні заняття оцінюються якістю виконання експерименту, знанням теоретичної частини роботи, ступенем самостійності виконання експерименту, якістю відповіді на контрольні запитання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного дескриптора НРК.

### 6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де  $a$  – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення;  $m$  – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для рівня бакалавра вищої освіти (подано нижче).

#### *Загальні критерії досягнення результатів навчання для 6-го кваліфікаційного рівня за НРК*

**Інтегральна компетентність** – здатність розв'язувати складні задачі і проблеми з фізики у процесі навчання; здійснювати евристичні оцінки фізичних величин; обрати та грамотно скористатися адекватним математичним апаратом; уміти обґрунтувати фізичну модель, обрану для розв'язку задачі, та межі її застосування; уміти користуватися вимірювальними приладами та оцінювати точність вимірювань на базі елементарної теорії похибок; вільне користування англійською фізичною термінологією.

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
<i>Знання</i>		
♦ спеціалізовані	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована,	95-100



Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
<p>концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи;</p> <p>♦ критичне осмислення проблем у навчанні та /або професійній діяльності та на межі предметних галузей</p>	осмислена. Характеризує наявність:	
	- спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень;	
	- критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
Рівень знань мінімально задовільний	60-64	
Рівень знань незадовільний	<60	
<b>Уміння</b>		
<p>♦ розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог;</p> <p>♦ провадження дослідницької та/або інноваційної діяльності</p>	Відповідь характеризує уміння:	95-100
	- виявляти проблеми;	
	- формулювати гіпотези;	
	- розв'язувати проблеми;	
	- оновлювати знання;	
	- інтегрувати знання;	
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79	
Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73	
Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69	
Відповідь характеризує уміння застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64	
Рівень умінь незадовільний	<60	
<b>Комунікація</b>		
♦ зрозуміле і недвозначне	Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова:	95-100
	- правильна;	

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
<p>донесення власних висновків, а також знань та пояснень, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців ;</p> <p>♦ використання іноземних мов у процесі навчання</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- чиста;</li> <li>- ясна;</li> <li>- точна;</li> <li>- логічна;</li> <li>- виразна;</li> <li>- лаконічна.</li> </ul> <p>Комунікаційна стратегія:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- послідовний і несуперечливий розвиток думки;</li> <li>- наявність логічних власних суджень;</li> <li>- доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням;</li> <li>- правильна структура відповіді (доповіді);</li> <li>- правильність відповідей на запитання;</li> <li>- доречна техніка відповідей на запитання;</li> <li>- здатність робити висновки та формулювати пропозиції;</li> <li>- використання іноземних мов у професійній діяльності</li> </ul>	
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
Рівень комунікації незадовільний	<60	
<b><i>Автономність та відповідальність</i></b>		
<p>♦ відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди;</p> <p>♦ здатність до подальшого навчання,</p>	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- використання принципів та методів організації діяльності команди;</li> <li>- ефективний розподіл повноважень в структурі команди;</li> <li>- підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини);</li> <li>- стресовитривалість;</li> </ul>	95-100

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
яке значною мірою є автономним та самостійним	- саморегуляція; - трудова активність в екстремальних ситуаціях; - високий рівень особистого ставлення до справи; - володіння всіма видами навчальної діяльності; - належний рівень фундаментальних знань; - належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	
	Упевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень автономності та відповідальності незадовільний	<60

## 7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Технічні засоби навчання.
2. Дистанційна платформа Moodle.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Кучерук І. М., Горбачук І. Т, Луцік П. П. Загальний курс фізики у трьох томах: навч. посіб. Київ: Техніка, 1999. Т. 1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. 536 с.
2. Кучерук І. М., Горбачук І. Т, Луцік П. П. Загальний курс фізики у трьох томах: навч. посіб. Київ: Техніка, 2001. Т. 2: Механіка. Електрика і магнетизм. 450 с.
3. Кучерук І. М., Горбачук І. Т, Луцік П. П. Загальний курс фізики у трьох томах: навч. посіб. Київ: Техніка, 2003. Т. 3: Механіка. Оптика. Квантова фізика. 520 с.
4. Курс фізики / за ред. І. Є. Лопатинського І.Є. Львів: «Бескід Біт», 2002. 403 с.
5. Гаркуша І. П., Курінний В. П., Мостіпан Л. Ф. Фізика: навч. посіб. Дніпропетровськ: НГУ, 2011. 175 с.
6. Гаркуша І. П., Курінний В. П. Фізика: навч. посіб. у 7 ч. Дніпро: НТУ ДП, 2019. Ч. 1: Механіка. 130 с.

7. Гаркуша І. П., Курінний В. П. Фізика: навч. посіб. у 7 ч. Дніпро: НТУ ДП, 2018. Ч. 3: Електрика та магнетизм. 165 с.
8. Гаркуша І. П., Курінний В. П. Фізика: навч. посіб. у 7 ч. Дніпро: НТУ ДП, 2018. Ч. 4: Коливання і хвилі. 93 с.
9. Гаркуша І. П., Курінний В. П. Фізика: навч. посіб. у 7 ч. Дніпро: НТУ ДП, 2018. Ч. 7: Фізика атомного ядра і елементарних частинок. 130 с.
10. Гаркуша І.П., Мокляк З.П., Буслов Ю.О. Фізика. Задачі з розв'язаннями : навч. посіб. Дніпропетровськ: НГУ, 2007. 328 с.