

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

Кафедра фізики



«ЗАТВЕРДЖЕНО»
завідувач кафедри
Горєв В.М.
« 29 » серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Коливальні та хвильові процеси»

Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	104 Фізика та астрономія
Освітній рівень.....	перший (бакалаврський)
Освітня програма	Фізика
Спеціалізації	-
Статус	вибіркова
Загальний обсяг	4 кредитів ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	іспит
Термін викладання	4-й семестр 8-а чверть
Мова викладання.....	українська

Викладач: проф. Гаркуша І.П.

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

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Робоча програма навчальної дисципліни **«Коливальні та хвильові процеси»** для бакалаврів освітньо-професійної програми «Фізика» спеціальності 104 Фізика та астрономія / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. фізики – Д.: НТУ «ДП», 2024. – 14 с.

Розробник:

Гаркуша Ігор Павлович, професор, кандидат фізико-математичних наук, професор кафедри фізики.

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.

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 104 «Фізика та астрономія» (протокол № 3 від 07.02.2024 р.).

ЗМІСТ

1. Мета навчальної дисципліни.....	4
3. Базові дисципліни.....	4
4. Обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять.....	5
5. Програма дисципліни за видами навчальних занять.....	5
6. Оцінювання результатів навчання.....	7
6.1. Шкали.....	7
6.2. Засоби та процедури.....	7
6.3. Критерії.....	8
7. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення.....	12
8. Рекомендовані джерела інформації.....	12

1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі «Фізика» спеціальності 104 «Фізика та астрономія» здійснено розподіл результатів навчання (РН) за освітніми компонентами. Зокрема, до дисципліни Ф12 Класична механіка. (Коливальні та хвильові процеси) віднесено такий результат навчання:

Шифр РН	Результати навчання
ПРН1	Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії
ПРН3	Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.
ПРН11	Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.
ПРН14	Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.
ПРН24	Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій.

Мета дисципліни – формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, навичок та знань в галузі фізики щодо фундаментальних понять, законів і теорій класичної та сучасної фізики,

Підготовка фахівців, здатних застосовувати математичний апарат та сучасні комп'ютерні обчислення для розв'язування складних фізичних задач на принципах академічної доброчесності, загальнолюдських цінностей, національної ідентичності та креативного становлення людини і суспільства майбутнього.

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

2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр РН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ПРН1	ПРН1.1-Ф13	Знати основні поняття, визначення, теореми, співвідношення, що складають зміст коливальних процесів
	ПРН1.2-Ф12	Знати формулювання законів, вивід формул, межі застосування запропонованих теорій, моделей і абстракцій, методи вивчення коливальних явищ, законів та величин і експериментальної

		перевірки законів.
ПРН3	ПРН3.1-Ф12	Знати основні типи фізичних задач, які зв'язані з застосуванням понятійного і математичного апарату, теоретичні основи аналізу коливальних процесів; основні типи фізичних задач.
	ПРН3.2-Ф12	Уявляти основні напрямки розвитку коливальних систем, а також математичних методів теорії коливань, в тому числі із залученням комп'ютерних технологій.
ПРН11	ПРН11.1-Ф12	Формалізувати фізичні задачі з області коливальних та хвильових процесів за допомогою освоєного математичного апарату, класифікувати отримані математичні співвідношення за типами і, слідуючи відомим алгоритмам, отримувати шукані розв'язки.
		Вміти користуватися методами наближених обчислень і засобами обчислювальної техніки для аналізу і моделювання коливальних систем.
ПРН11.2-Ф12	ПРН11.2-Ф12	Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ.
		Оцінювати ефективність чисельних методів та розробляти оптимальні алгоритми при комп'ютерному моделюванні фізичних процесів.
ПРН14	ПРН14.1-Ф12	Вміти користуватися приладами для проведення експериментальних досліджень і вимірювань коливальних та хвильових процесів.
	ПРН14.1-Ф12	Вміти узагальнювати результати спостережень у вигляді кількісних співвідношень між фізичними величинами з використанням відповідних фізичних моделей, а також застосування цих законів до розв'язування задач з оптики.
ПРН24	ПРН24.1-Ф12	Проводити досліди та вимірювання коливальних і хвильових параметрів, обробляти та узагальнювати результати вимірювань, формулювати висновки.
	ПРН24.1-Ф12	Вміти опрацьовувати результати наукового експерименту, визначати похибки вимірювання і розрахунку фізичних величин, аналізувати достовірність одержаних результатів.

3. БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Ф1 Математичний аналіз	ПРН4 Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.
Ф2 Алгебра та геометрія	
Ф3 Диференціальні рівняння	
Ф4 Інформатика та програмування	ПРН10 Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.
	ПРН16 Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів.

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

Вид навчальних занять	денна			заочна		
	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	75	14	61			
практичні	73	14	59			
контр зах	2	2				
РАЗОМ	150	30	120			

5. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	75
ПРН1.1-Ф12 ПРН1.2-Ф12 ПРН1.3-Ф12 ПРН 1.4-Ф12	<p>Тема 1. Вільні гармонічні коливання. Основні поняття і визначення коливань. Гармонічні коливання. Векторне зображення гармонічних коливань та їхнє вираження в комплексній площині.</p> <p>Швидкість і прискорення при гармонічних коливаннях. Диференціальне рівняння гармонічних коливань. Гармонічний осцилятор.</p> <p>Кінетична і потенціальна енергія гармонічних коливань. Малі коливання системи поблизу положення рівноваги. Математичний маятник. Пружинний маятник. Фізичний маятник. Електричний коливальний контур.</p> <p>Тема 2. Додавання коливань 10 Додавання однаково спрямованих гармонічних коливань. Биття. Додавання взаємно перпендикулярних коливань</p> <p>Тема 3. Згасаючі коливання. 10</p> <hr/> <p>Тема 4. Вимушені коливання. 10 Вимушені механічні коливання. Вимушені електричні коливання. Поняття про автоколивання. Поняття про фазові траєкторії у фазовому просторі</p> <p>Тема 5. Хвилі в пружному середовищі. 12 Механізм утворення пружної хвилі. Рівняння біжучої хвилі. Фазова швидкість. Хвильове рівняння. Поздовжні хвилі в твердому тілі. Швидкість пружних хвиль. Енергія пружної хвилі. Потік енергії</p> <p>Тема 6. Звукові хвилі. 10 Елементи акустики. Ефект Доплера в акустиці. Пружні хвилі в газах. Ударні хвилі. Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі Принцип Гюйгенса. Дифракція хвиль.</p>	12

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	.Хвильовий пакет. Групова швидкість. Тема 7. Електромагнітні хвилі. 11 Аналіз рівнянь Максвелла і висновки з них. Електромагнітні хвилі . Швидкість поширення електромагнітних хвиль Енергія електромагнітної хвилі. Вектор Пойнтінга . Відкритий коливальний контур Випромінювання коливального диполя. Шкала електромагнітних хвиль .	
	Разом	75
	Практичні заняття	
	Тема 1. Вільні гармонічні коливання.	12
	Тема 2. Додавання коливань	10
	Тема 3. Згасаючі коливання	10
	Тема 4. Вимушені коливання	12
	Тема 5.. Хвилі в пружному середовищі. Тема 6. Звукові хвилі.	11
	Тема 6. Звукові хвилі.	10
	Тема 7. Електромагнітні хвилі.	10
	Разом	75
	Разом на засвоєння	150

6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «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 / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

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;
лабораторні	перевірка та захист	виконання лабораторних робіт		виконання ККР під час екзамену за бажанням студента

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 складовим, 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 кожної складової опису кваліфікаційного рівня 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 критерію 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 бакалаврського рівня вищої освіти (подано нижче).

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

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<i>Знання</i>		
♦ концептуальні наукові та практичні знання, критичне осмислення теорій, принципів, методів і понять у сфері професійної діяльності та/або навчання	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - концептуальних знань; - високого ступеню володіння станом питання; - критичного осмислення основних теорій, принципів, методів і понять у навчанні та професійній діяльності	95-100
	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
<i>Уміння/навички</i>		
♦ поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері професійної діяльності або навчання	Відповідь характеризує уміння: - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - обирати адекватні методи та інструментальні засоби; - збирати та логічно й зрозуміло інтерпретувати інформацію; - використовувати інноваційні підходи до розв'язання завдання	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень, власного досвіду та аргументації; ◆ збір, інтерпретація та застосування даних; ◆ спілкування з професійних питань, у тому числі іноземною мовою, усно та письмово 	<p>Вільне володіння проблематикою галузі. Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. <p>Комунікаційна стратегія:</p> <ul style="list-style-type: none"> - послідовний і несуперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції 	95-100
	<p>Достатнє володіння проблематикою галузі з незначними хибами. Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) з незначними хибами. Доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами</p>	90-94
	<p>Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)</p>	85-89
	<p>Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)</p>	80-84
	<p>Добре володіння проблематикою галузі.</p>	74-79

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	
	Задовільне володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Часткове володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Фрагментарне володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<i>Відповідальність і автономія</i>		
<ul style="list-style-type: none"> ♦ управління складною технічною або професійною діяльністю чи проектами; ♦ спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих та/або навчальних контекстах; ♦ формування суджень, що враховують соціальні, наукові та етичні аспекти; ♦ організація та керівництво професійним розвитком осіб та груп; ♦ здатність продовжувати навчання із значним ступенем автономії 	<p>Відмінне володіння компетенціями менеджменту особистості, орієнтованих на:</p> <p>1) управління комплексними проектами, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дослідницький характер навчальної діяльності, позначена вмінням самостійно оцінювати різноманітні життєві ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію; - здатність до роботи в команді; - контроль власних дій; <p>2) відповідальність за прийняття рішень в непередбачуваних умовах, що включає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обґрунтування власних рішень положеннями нормативної бази галузевого та державного рівнів; - самостійність під час виконання поставлених завдань; - ініціативу в обговоренні проблем; - відповідальність за взаємовідносини; <p>3) відповідальність за професійний розвиток окремих осіб та/або груп осіб, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - використання професійно-орієнтованих навичок; - використання доказів із самостійною і правильною аргументацією; - володіння всіма видами навчальної діяльності; <p>4) здатність до подальшого навчання з високим рівнем автономності, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ступінь володіння фундаментальними знаннями; - самостійність оцінних суджень; - високий рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок; 	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	- самостійний пошук та аналіз джерел інформації	
	Упевнене володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано дві вимоги)	90-94
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано шість вимог)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано вісім вимог)	65-69
	Рівень відповідальності і автономії фрагментарний	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Використовуються лекційні демонстраційні досліди, фізичний лабораторний практикум, комп'ютерні лабораторні роботи, мультимедійне обладнання, дистанційна платформа Moodle.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Янг Г., Фрідман Р. Фізика для університетів. – Підручник. Львів, Наутилус. 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. Зачек І.Р., Лопатинський І.Є., Юр'єв С.О. Рибак О.В. Дубельт С.П. Фізика і комп'ю-терні технології. Навч. посібн. НТУ «Львівська політехніка» 2019–360 с
4. Навчальний посібник «Фізика» (II частина) для студентів спеціальностей «Комп'ютерна інженерія», «Комп'ютерні науки», «Програмна інженерія». Тернопіль, ФО-П «Шпак», 2017. 128 с.
5. Загальна фізика. Практичні завдання : навч.-метод. посіб. /А. О. Мамалуй, М. В. Лебедева, В. В. Пилипенко та ін.; за заг. ред. А. О. Мамалуя. Харків: Видво «Підручник НТУ “ХП»», 2014. 296 с.
6. Загальна фізика з прикладами і задачами. Частина 3, т.1. Оптика: навч. посібник/І.М. Кібець та ін. – Харків :Компанія СМІТ, 2012. – 232с.
7. 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.

8. Гаркуша І.П. Елементи фізики напівпровідників. Навчальний посібник: - Д.:НТУ «Дніпровська політехніка», 2022. – 80 с.
9. Дидух Л.Д. Електрика та магнетизм : підручник .- Тернопіль : Підручники і посіб-ники, 2020. — 464 с
10. Бойко В.В., Булах В.І., Гуменюк Я.О., Ільїн П.П. Фізика. Підручник для вищих навчальних закладів. К.: Ліра-К, 2016. - 468 с

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Коливальні та хвильові процеси» для бакалаврів освітньо-професійної програми «Фізика» спеціальності 104 Фізика та астрономія /

Розробник:
Гаркуша Ігор Павлович

В редакції автора

Видано
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004.
49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19.