



ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник начальника Інституту
(з навчальної роботи)

полковник _____ Ігор ГИРЕНКО
30.06.2023 р.

ФІЗИКА

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

| Реквізити навчальної дисципліни | |
|---|--|
| Рівень вищої освіти | Перший (бакалаврський) бакалавр |
| Галузь знань | 12 Інформаційні технології, |
| Спеціальність | 122 Комп'ютерні науки |
| Освітньо-професійна програма | Безпека державних інформаційних ресурсів |
| Статус дисципліни | Нормативна |
| Форма навчання | Очна(денна) |
| Рік підготовки, семестр | 1 курс, осінній семестр |
| Обсяг дисципліни | 5 кредитів |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | Екзамен / Розрахунково-графічна робота / Модульна контрольна робота |
| Мова викладання | Українська |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: ст. викладач Бруква Наталія Миколаївна, nataliya.bruckva@gmail.com, +38(067)1155289 Практичні: Бруква Наталія Миколаївна, Лабораторні: доцент, Скіцько Іван Федорович, fizika.kpi@gmail.com, моб. +38(050) 642 36 10, Бруква Наталія Миколаївна, |
| Розміщення курсу | https://do.ipu.kpi.ua/mod/resource/view.php?id=3018 |

Ухвалено Методичною комісією
ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського
Протокол від 30. 06. 2023 р. № 9
Заступник голови Методичної комісії

полковник _____ Олександр ЯРОВИЙ

Київ 2023

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна “Фізика” передбачена освітньо-професійною програмою підготовки здобувачів вищої освіти рівня бакалавра, є навчальною дисципліною обов’язкової професійної та практичної підготовки. Вивчення курсу фізики планується паралельно з вивченням відповідних розділів вищої математики.

Предметом навчальної дисципліни є найпростіші загальні властивості матерії та її прояви у явищах.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:- використовувати фундаментальні фізичні поняття, основні принципи і закони класичної та сучасної фізики у галузі механіки, електродинаміки, коливань, хвильової та квантової оптики, контактних явищ в напівпровідниках і металах, фізики атома при вирішенні певних фізичних задач;

- застосовувати сучасні уявлення про будову та властивості матерії на сучасному рівні;

- застосовувати базовий матеріал для подальшого вивчення дисциплін циклу професійно-практичної підготовки.

Предмет навчальної дисципліни —основні положення загальної фізики, зокрема, класичної, квантової механіки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, , фізики атома.

Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- законів механіки;
- основних характеристик електричних і магнітних полів;
- основних законів стаціонарного електричного струму;
- основних рівнянь електромагнітного поля та їх загального змісту.
- основних оптичних явищ;
- засадничих ідей квантової фізики;
- основних відомостей про будову атомів та їх квантові властивості;
- єдності закономірностей коливальних і хвильових процесів різної природи;
- єдності корпускулярних і хвильових властивостей матерії;
- меж застосовності класичного та квантового методів опису фізичних систем;

уміння:

- застосовувати закони механіки для дослідження простих рухів тіл і систем;
- розраховувати електричні та магнітні поля простих конфігурацій зарядів і струмів в вакуумі та середовищах;
- розраховувати прості кола постійного струму ;
- розраховувати параметри коливальних контурів;
- мати основні навички експериментальних досліджень і оцінки похибок вимірів;

досвід:

- розв’язання простих задач з механіки, електродинаміки, коливань, оптики і квантової фізики;
- правильного використання загальнонаукової та спеціальної термінології;
- самостійного здобування знань, використовуючи традиційні і сучасні освітні та інформаційні технології;
- підходу до вирішення задач, що постають в процесі професійної діяльності,

обираючи методи дослідження на основі наукового світогляду.

Програмні результати навчання.

Компетентності:

загальні компетентності:

- здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- здатність приймати обґрунтовані рішення.
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів
- здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

фахові компетентності:

- здатність застосовувати теоретичний та експериментальний базис сучасної фізики для розв'язування прикладних задач в галузі комп'ютерних наук
- вміння самостійно навчатися та підвищувати рівень своєї кваліфікації.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: мати базові знання з загальної фізики та математики. Успішне вирішення завдань навчальної дисципліни базується на засвоєні курсантами знань та умінь, сформованих у них, в результаті вивчення таких навчальних дисциплін: вища математика.

Постреквізити: Навчальні дисципліни, які забезпечуються цією навчальною дисципліною — основи теорії кіл, сигнали та процеси в електроніці; електроніка; захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах; безпека життєдіяльності; екологія; охорона праці.

3. Зміст навчальної дисципліни Семестр 1

Семестровий (кредитний) модуль 1.

Розділ 1. Механіка.

Тема 1. Кінематика.

Тема 2. Основи динаміки.

Тема 3. Закони збереження.

Розділ 2. Термодинаміка та молекулярна фізика .

Тема 1. Термодинаміка.

Тема 2. Статистичні розподіли. Ідеальний та реальний газ.

Тема 3. Фазові рівноваги.

Розділ (змістовий модуль) 3. Електрика та магнетизм.

Тема 1. Електростатичне поле. Тема 2. Постійний струм.

Тема 3. Магнітне поле.

Тема 4. Електромагнітна індукція.

Розділ 4. Основи електродинаміки.

Тема 1. Рівняння Максвелла.

Тема 2. Електромагнітні хвилі.

Тема 3. Механічні й електромагнітні хвилі.

Розділ 5. Оптика. Квантова й атомна фізика.

Тема 1. Оптика.

Тема 2. Основні принципи квантової фізики.

Тема 3. Квантова теорія атомів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Кучерук І.М., Горбачук І.І., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка. – К: Техніка, 1999.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.І., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Електрика і магнетизм.– К: Техніка, 2001.
3. Кучерук І.М., Горбачук І.І. Загальний курс фізики. Оптика. Квантова фізика. - К: Техніка, 1999.
4. Задачі із загальної фізики. Розділ «Механіка». Уклад. В.П.Бригінець, О.О.Гусева, О.В.Дімарова та ін., – К.: НТУУ «КПІ», 2011.
5. Задачі із загальної фізики. Розділ «Електрика і магнетизм». Уклад.: В. П. Бригінець, О. О. Гусева, О. В. Дімарова та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2011.
6. Задачі із загальної фізики. Розділ «Оптика. Квантова фізика. Молекулярна фізика». Уклад.: В.П. Бригінець, О.О. Гусева, О.В. Дімарова та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2011.

Додаткова література:

1. Скіцько І.Ф. та ін. Електромагнетизм. – Київ, ВІТІ НТУУ «КПІ», 2010.– 326с.
2. Скіцько І.Ф. та ін. Основи зонної теорії твердих тіл. Елементи фізики напівпровідників. – Київ, ВІТІ НТУУ «КПІ», 2010.– 352с.
3. Скіцько І.Ф., Скіцько О.І. Фізика. Практикум. Навч. посібник. - 2-видання перероблене, доповнене. / за заг. ред. І. Ф. Скіцька – К. : Вид-во «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2020. – 614 с.- Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37577>.
4. Скіцько І.Ф., Скіцько О.І. Обробка результатів фізичних вимірювань. [Електронний ресурс]: навч. посіб./ КПІ ім .Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. -88 с. - Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25320>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Структура кредитного модуля

| Номери, назви розділів, тем і питання навчальних занять, посилання на літературу | Кількість годин | | | | |
|--|-----------------|----------|-------------------------------|---|----------|
| | у тому числі | | | | |
| | всього | лекції | Практичні (семінарії) заняття | Лабораторні заняття (комп'ютерні й практикум) | СР |
| Розділ 1. Механіка. | | | | | |
| Тема 1.1. Кінематика. Основна література [1], 1.1, 1.3 – 1.6. | 5 | 2 | 2 | - | 1 |
| Тема 1.2. Основи динаміки. Основна література [1], 2.1- 2.5; 5.1, 5.2. | 5 | 2 | 2 | - | 1 |
| Тема 1.3. Закони збереження. Основна література [1], 2.3, 2.5; 3.1 – 3.7, 4.1 – 4.3. | 5 | 2 | 2 | - | 1 |
| Разом за розділом 1 | 15 | 6 | 6 | - | 3 |

| | | | | | |
|---|-----|----|----|----|-----|
| Розділ 2. Термодинаміка та молекулярна фізика. | | | | | |
| Тема 2.1. Термодинаміка. Основна література [1], 13.1-13.4, | 1,5 | 1 | - | - | 0,5 |
| Тема 2.2. Ідеальний та реальний газ. Статистичні розподіли. Основна література [1], 14.1-14.9 | 0,5 | - | - | - | 0,5 |
| Тема 2.3. Фазові рівноваги. Основна література [1], 16.1-16.12 | 2 | 1 | - | - | 1 |
| Разом за розділом 2 | 4 | 2 | - | - | 2 |
| Розділ 3. Електрика і магнетизм. | | | | | |
| Тема 3.1. Статичне електричне поле. Основна література [2], 1.7, 1.12-1.16, 1.25, 1.26. | 16 | 4 | 2 | 8 | 2 |
| Тема 3.2. Електричний струм. Основна література [2], 2.1, 2.2 – 2.7. | 13 | 2 | 2 | 8 | 1 |
| Тема 3.3. Статичне магнітне поле. Основна література [2], 8.1 – 9.5. | 11 | 4 | 2 | 4 | 1 |
| Тема 3.4. Електромагнітна індукція. Основна література [2], 10.1-10.6. | 11 | 2 | - | 8 | 1 |
| Розрахунково-графічна робота | 6 | - | - | - | 6 |
| Разом за розділом 3 | | | | | |
| Розділ 4. Основи електродинаміки. Коливання і хвилі. | | | | | |
| Тема 4.1. Динамічне електромагнітне поле. Основна література [2], 13.1 – 13.4. | 3 | 2 | - | - | 1 |
| Тема 4.2. Рівняння Максвелла. Основна література [2], 13.1 – 13.4. | 3 | 2 | - | - | 1 |
| Тема 4.3. Електромагнітні хвилі. | 3 | 1 | 1 | - | 1 |
| Тема 4.4. Механічні й електромагнітні хвилі. Основна література [1], 10.1 - 10.3, 10.6 -10.9, 11.1, 11.2. [2], 14.1, 14.2. | 2 | 1 | - | - | 1 |
| Разом за розділом 4 | 11 | 6 | 1 | - | 4 |
| Розділ 5. Оптика. Квантова й атомна фізика. | | | | | |
| Тема 5.1. Оптика. Основна література [3], 1.1, 3.1,- 3.4, 4.1 – 5.6. | 18 | 6 | 1 | 8 | 3 |
| Тема 5.2. Основні принципи квантової фізики. Основна література [3], 9.1 – 9.4, 12.1 – 12.3. | 4 | 2 | 1 | - | 1 |
| Тема 5.3. Квантова теорія атомів. Основна література [3] 13.1 -13.5 | 4 | 2 | 1 | - | 1 |
| МКР за темами 4.3, 4.4, 5.1, 5.2, 5.3 | 6 | - | 2 | - | 4 |
| Разом за розділом 5 | 32 | 10 | 5 | 8 | 9 |
| Підготовка до екзамену | 30 | - | - | - | 30 |
| Екзамен | 1 | - | - | - | 1 |
| Всього годин | 150 | 36 | 18 | 36 | 60 |

3.1. Лекційні заняття

| № з/п | Теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) | Кількість год. |
|-------|---|----------------|
| 1 | <p>Тема 1. Кінематика матеріальної точки. Вступ. Механічний рух. Система відліку. Кінематичний опис руху. Траєкторія, шлях і переміщення, лінійні та кутові швидкість і прискорення. Загальні рівняння кінематики матеріальної точки.</p> <p>Література: [1], 1.1, 1.3 – 1.6.</p> | 2 |
| 2 | <p>Тема 1. Основні закони класичної механіки. Інерціальні системи відліку. Сила та маса. Основне рівняння руху класичної частинки. Закони Ньютона, їх загальний зміст і межі застосовності. Закони сил.</p> <p>Література: [1], 2.1- 2.5; 5.1, 5.2.</p> | 2 |
| 3 | <p>Тема 1. Закони збереження. Імпульс матеріальної точки та системи, зв'язок між імпульсом і силою. Закон збереження імпульсу. Центр мас системи, закон руху центра мас. Робота й потужність сили. Робота змінної сили. Кінетична і потенціальна енергія точки та механічної системи. Закон збереження механічної енергії.</p> <p>Елементи механіки твердого тіла. Кутові динамічні величини. Момент імпульсу та момент сили. Рівняння моментів для частинки та системи частинок. Закон збереження моменту імпульсу. Момент інерції. Рівняння динаміки обертального руху твердого тіла. Кінетична енергія тіла при обертальному та плоскому рухах твердого тіла.</p> <p>Література: [1], 2.3, 2.5; 3.1 – 3.7, 4.1 – 4.3.</p> | 2 |
| 4 | <p>Тема 2. Термодинаміка та молекулярна фізика .</p> <p>Молекулярна фізика та термодинаміка, їх задачі і методи. Макроскопічні параметри і їх мікроскопічне трактування. Закони ідеальних газів.</p> <p>Внутрішня енергія термодинамічної системи. Тепло, робота, теплоємність. Закони термодинаміки. Поняття про ентропію.</p> <p>Література: [1], 13.1-13.4, 14.1-14.9, 16.1-16.12</p> | 2 |
| 5 | <p>Тема 3. Електричне поле зарядів у вакуумі. Електричний заряд. Електричне поле, вектор напруженості поля. Поле точкового заряду. Принцип суперпозиції. Закон Кулона. Різниця потенціалів і потенціал. Зв'язок між потенціалом і напруженістю електростатичного поля.</p> <p>Електростатична теорема Гауса. Потік векторного поля. Інтегральна електростатична теорема Гауса для поля у вакуумі. Діелектрики та провідники. Макроскопічне поле в речовині. Електричний диполь. Поляризація діелектриків, поляризаційні (зв'язані) заряди, поляризованість. Вектор електричного зміщення, теорема Гаусса для електричного поля при наявності діелектрика.</p> <p>Література: [2], 1.7, 1.15, 1.16.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Обчислення електростатичних полів за допомогою теореми Гауса. (Розрахунково-графічна робота РГР-1).</p> <p>Література: [2], Вступ, 1.1 – 1.5, 1.10, 1.11.</p> | 2 |
| 6 | <p>Тема 3. Електричне поле в діелектриках і провідниках. Поле в ізотропному діелектрику, діелектрична сприйнятливість і проникність. Умови на межі двох діелектриків. Провідник у зовнішньому електричному полі. Електрична ємність, конденсатори. Електростатична енергія. Локалізація електростатичної енергії,</p> | 2 |

| | | |
|----|---|---|
| | об'ємна густина енергії електричного поля. Література: [2], 1.16, 1.20, 1.12 – 1.14, 1.25, 1.26. <i>Самостійна робота:</i> Розрахунок ємності конденсаторів. Література: [2], 1.14. | |
| 7 | Тема 3. Закони постійного струму. Величина та густина струму, лінії струму. Закони Ома та Джоуля-Ленца в локальній (диференціальній) формі. Електричні кола. Сторонні сили, спад напруги та електрорушійна сила (ЕРС). Закон Ома для довільної ділянки кола. Розгалужені кола, правила Кірхгофа. Література: [2], 2.1, 2.2 – 2.7. | 2 |
| 8 | Тема 3. Магнітне поле струмів. Магнітна взаємодія, вектор магнітної індукції. Магнітне поле провідника зі струмом, закон Біо-Савара. Дія магнітного поля на струм, закон Ампера. Контур із струмом у зовнішньому магнітному полі. Основні рівняння магнітостатики у вакуумі: інтегральна теорема Гаусса та теорема про циркуляцію магнітного поля струмів. Література: [2], 8.1 – 8.6. <i>Самостійна робота:</i> Обчислення магнітних полів струмів за допомогою теореми про циркуляцію. Література: [2], 8.5. | 2 |
| 9 | Тема 3. Магнітне поле в речовині. Природа магнетизму речовини. Намагнічування та намагніченість. Намагніченість ізотропного магнетика, магнітні сприйнятливості і проникність. Магнітне поле в речовині, вектор напруженості магнітного поля. Теорема про циркуляцію магнітного поля в речовині. Діа-, пара- та феромагнетики. Література: [2], 9.1, 9.2, 9.4, 9.5. | 2 |
| 10 | Тема 3. Електромагнітна індукція. Енергія магнітного поля. Явище електро- магнітної індукції. Правило Ленца. Закон Фарадея. Індуктивність контура, самоіндукція. Магнітна енергія струму. Локалізація магнітної енергії, густина енергії магнітного поля. Література: [2], 10.1-10.6. | 2 |
| 11 | Тема 4. Рівняння електромагнітного поля. Вихрове електричне поле. Струм зміщення. Закон повного струму. Рівняння Максвелла. Література: [2], 13.1 – 13.4. | 2 |
| 12 | Тема 4. Електричні коливання. Види коливань. Гармонічні коливання, їх. диференціальне рівняння. Вільні загасаючі коливання в контурі, амплітуда та частота загасаючих коливань. Вимушені коливання в контурі. Амплітудні характеристики контура, резонанс. Змінний струм. Активний та реактивні опори, імпеданс. | 2 |
| 13 | Тема 4. Хвильові процеси. Гармонічні коливання. Додавання гармонічних коливань. Загасаючі коливання. Вимушені коливання. Хвильовий процес. Види хвиль. Характеристики хвиль. Хвильовий вектор. Хвильове рівняння. Електромагнітні хвилі. Рівняння та характеристики монохроматичної хвилі. Хвильові поверхні та фазова швидкість. Утворення та загальні властивості електромагнітних хвиль. Густина потоку енергії хвилі. Вектор Пойнтінга Інтенсивність електромагнітної хвилі. Література: [1], 10.1 - 10.3, 10.6 -10.9, 11.1, 11.2. [2], 14.1, 14.2. | 2 |
| 14 | Тема 5. Інтерференція світла. Світлові хвилі. Показник заломлення. Поняття про інтерференцію та когерентність. Умови максимумів і мінімумів. Способи спостереження інтерференції світла. | 2 |

| | | |
|----|---|---|
| | Інтерференція в тонких пластинах. Дифракція світлових хвиль. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Фраунгофера на одній щілині. Дифракція Фраунгофера на одновимірній ґратці. Дифракція рентгенівських променів на кристалах. Література: [3], 1.1, 3.1, 3.2, 3.4, 4.1 – 4.4. | |
| 15 | Тема 5. Поляризація світла. Поляризоване та природне світло. Види поляризації. Закон Малюса. Поляризація при відбитті від діелектрика. Закон Брюстера. Література: [3], 5.1, 5.2, 5.4, 5.6. Самостійна робота: подвійне променезаломлення. Література: [3], 5.6. | 2 |
| 16 | Тема 5. Оптичні системи і прилади. Основні закони геометричної оптики та межі їх застосування. Хід променів крізь плоскопаралельну пластину та трикутну призму. Повне внутрішнє відбивання, граничний кут. Волоконна оптика. Аберації оптичних систем. Діафрагми. Око як оптична система. Оптичні прилади. Література: [3], 4.1, 4.11 - 4.14, 4.16. | 2 |
| 17 | Тема 5. Квантова фізика. Квантова гіпотеза. Фотони, енергія і імпульс фотонів. Формула Планка. Фотоефект. Рівняння Ейнштейна. Принцип невизначеності Гейзенберга. Хвильова функція, її імовірнісний зміст та властивості. Часове і стаціонарне рівняння Шрьодінгера. Література: [3], 9.1 – 9.4, 12.1 – 12.3. Самостійна робота: Хвильові функції та стаціонарні стани частинки в потенціальному ящику. Література: [3], 12.4. | 2 |
| 18 | Тема 5. Елементи атомної фізики. Лінійчаті спектри атома водню. Модель атому Томсона. Досліди Резерфорда і планетарна модель. Теорія Бора атома водню. Просторове квантування. Література: [3] 13.1 -13.5. | 2 |

Практичні заняття

Нижче наведено теми та короткий зміст занять і орієнтовний перелік завдань для аудиторної роботи та СРС (номери задач) за посібником [4 - 6]. При роботі в аудиторії викладач має право, крім указаних у переліку, використовувати завдання з інших джерел. Номери завдань можуть змінюватися викладачем з ціллю відповідності рівня складності задач до рівня підготовки конкретної групи студентів для забезпечення кращого розуміння та засвоєння учбового матеріалу.

Основні завдання циклу практичних занять:

- закріплення засвоєння змісту лекційного матеріалу;
- засвоєння методів аналізу фізичних явищ;
- вироблення вміння обчислень фізичних величин за аналітичними виразами;
- вироблення вміння застосовувати математичний апарат для вирішення певних фізичних задач.

| з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС) |
|-----|---|
| 1 | Тема 1. Основні величини та рівняння кінематики точки. Завдання [4], №№ 1.3, 1.4, 1.10, 1.11, 1.21, 1.35. Домашнє завдання [4], №№ 1.1, 1.2, 1.12, 1.14, 1.22. |
| 2 | Тема 1. Тангенціальне, нормальне та повне прискорення. Поступальний та обертальний рух матеріальної точки. Динаміка матеріальної точки. Закон |

| | |
|---|--|
| | збереження імпульсу. Закон збереження механічної енергії. Завдання [4], №№ 1.23, 1.57, 1.45, 2.39, 3.50, 3.59, 3.65, 4.21, 4.10. Домашнє завдання [4], №№ 1.24, 1.47, 1.52, 1.65, 2.28, 3.51, 3.66, 4.16. |
| 3 | Тема 1. Момент імпульсу та момент інерції. Рівняння динаміки обертального руху твердого тіла. Завдання [4], 4.3, 4.10, 4.12, 4.32, 4.43, 4.53. Домашнє завдання [4], 4.2, 4.5, 4.11, 4.20, 4.46. |
| 4 | Тема 3. Розрахунок напруженості й потенціалу електричного поля. Обчислення електричних полів за допомогою теореми Гауса. Видача завдань розрахунково- графічної роботи. Завдання [5], №№ 1.10, 1.22, 1.39, 1.47, 1.52. Домашнє завдання [5], №№ 1.12, 1.27, 1.36, 1.48, [13], №№ 1.30, 1.64. |
| 5 | Тема 3. Закони постійного струму. Розрахунок електричних кіл постійного струму Завдання [5], №№ 3.5, 3.14, 3.35, 3.37, 3.42, 3.56. Домашнє завдання [5], №№ 3.6, 3.9, 3.34, 3.38, 3.41, 3.55. |
| 6 | Тема 3. Магнітне поле у вакуумі та у речовині. Обчислення магнітних полів струмів за допомогою закону Біо-Савара. Завдання [5], №№ 4.4, 4.7, 4.8, 4.14, 4.17, 4.28, 4.33. Домашнє завдання [5], №№ 4.3, 4.6, 4.9, 4.15, 4.27, 4.31. |
| 7 | Тема 4. Коливання іхвилі. Тема 5. Інтерференція, дифракція, поляризація світла. Завдання [6], №№ 3.6, 3.10, 3.16, 4.10, 4.14, 4.33, 5.2, 5.6, 5.9. Домашнє завдання [6], №№ 3.7, 3.11, 3.18, 4.11, 4.15, 4.32, 5.1, 5.7, 5.10. |
| 8 | Тема 5. Квантова й атомна фізика. Завдання [6], №№ 6.31, 6.32, 7.6, 7.22 (а), 7.23 (б), 8.18 (а), 8.9. |
| 9 | Тема 5. Модульна контрольна робота із навчального модуля “Коливання і хвилі. Оптика. Квантова й атомна фізика”. |

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять з певного кредитного модуля: закріплення засвоєння змісту лекційного матеріалу; засвоєння методів аналізу фізичних явищ; вироблення експериментальних навичок дослідження фізичних явищ; вміння обчислити фізичні величини та їх похибки.

Студенти виконують наступні роботи:

1. Тема 3. Вимірювання опору за допомогою моста сталого струму.
2. Тема 3. Вимір ЕРС методом компенсації.
3. Тема 3. Вивчення електростатичного поля.
4. Тема 3. Вивчення питомого заряду методом магнетрону.
5. Тема 3. Крива намагнічування і петля гістерезису у феромагнетиків.
6. Тема 3. Дослідження вільних загасаючих коливань.
7. Тема 3. Дослідження вимушених коливань у послідовному контурі.
8. Тема 5. Дослідження інтерференції електромагнітних хвиль.
9. Тема 5. Дослідження дифракції світла.

Після виконання 4-5 робіт студенти захищають отримані результати на колоквіумах.

6. Самостійна робота курсанта

Головними видами самостійної роботи курсантів є: самостійна підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, виконання розрахункової роботи та самостійна підготовка до екзамену.

Доцільно час самостійної підготовки для поглибленого вивчення та закріплення навчального матеріалу розподілити наступним чином:

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу) | Кількість год. |
|-------|---|----------------|
| 1 | Тема 1. Кінематика. Кінематика матеріальної точки. Вступ. Механічний рух. Система відліку. Кінематичний опис руху. Траєкторія, шлях і переміщення, лінійні та кутові швидкість і прискорення. Загальні рівняння кінематики матеріальної точки. Література: [1], 1.1, 1.3 – 1.6. | 1 |
| 2 | Тема 1. Основи динаміки. Основні закони класичної механіки. Інерціальні системи відліку. Сила та маса. Основне рівняння руху класичної частинки. Закони Ньютона, їх загальний зміст і межі застосовності. Закони сил. Література: [1], 2.1- 2.5; 5.1, 5.2. | 1 |
| 3 | Тема 1. Закони збереження. Імпульс матеріальної точки та системи, зв'язок між імпульсом і силою. Закон збереження імпульсу. Центр мас системи, закон руху центра мас. Робота й потужність сили. Робота змінної сили. Кінетична і потенціальна енергія точки та механічної системи. Закон збереження механічної енергії. Елементи механіки твердого тіла. Кутові динамічні величини. Момент імпульсу та момент сили. Рівняння моментів для частинки та системи частинок. Закон збереження моменту імпульсу. Момент інерції. Рівняння динаміки обертального руху твердого тіла. Кінетична енергія тіла при обертальному та плоскому рухах твердого тіла. Література: [1], 2.3, 2.5; 3.1 – 3.7, 4.1 – 4.3. | 1 |
| 4 | Тема 2. Термодинаміка та молекулярна фізика . Молекулярна фізика та термодинаміка, їх задачі і методи. Макроскопічні параметри і їх мікроскопічне трактування. Закони ідеальних газів. Внутрішня енергія термодинамічної системи. Тепло, робота, теплоємність. Закони термодинаміки. Поняття про ентропію. Література: [1], 13.1-13.4, 14.1-14.9, 16.1-16.12 | 2 |
| 5 | Тема 3. Статичне електричне поле. Електричне поле зарядів у вакуумі. Електричний заряд. Електричне поле, вектор напруженості поля. Поле точкового заряду. Принцип суперпозиції. Закон Кулона. Різниця потенціалів і потенціал. Зв'язок між потенціалом і напруженістю електростатичного поля. Електростатична теорема Гауса. Потік векторного поля. Інтегральна електростатична теорема Гауса для поля у вакуумі. Діелектрики та провідники. Макроскопічне поле в речовині. Електричний диполь. Поляризація діелектриків, поляризаційні (зв'язані) заряди, поляризованість. Вектор електричного зміщення, теорема Гаусса для електричного поля при наявності діелектрика. Електричне поле в діелектриках і провідниках. Поле в ізотропному діелектрику, діелектричні сприйнятливості і проникність. Умови на | 2 |

| | | |
|----|---|---|
| | <p>межі двох діелектриків. Провідник у зовнішньому електричному полі. Електрична ємність, конденсатори. Електростатична енергія. Локалізація електростатичної енергії, об'ємна густина енергії електричного поля.</p> <p>Література: [2], 1.7, 1.10, 1.11, 1.15, 1.16.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Обчислення електростатичних полів за допомогою теореми Гауса.(Розрахунково-графічна робота РГР-1).</p> | |
| 6 | <p>Тема 3. Електричний струм.</p> <p>Закони постійного струму. Величина та густина струму, лінії струму. Закони Ома та Джоуля-Ленца в локальній (диференціальній) формі. Електричні кола. Сторонні сили, спад напруги та електрорушійна сила (ЕРС). Закон Ома для довільної ділянки кола. Розгалужені кола, правила Кірхгофа.</p> <p>Література: [2], 2.1, 2.2 – 2.7.</p> | 1 |
| 7 | <p>Тема 3. Статичне магнітне поле.</p> <p>Магнітне поле струмів. Магнітна взаємодія, вектор магнітної індукції. Магнітне поле провідника зі струмом, закон Біо-Савара. Дія магнітного поля на струм, закон Ампера. Контур із струмом у зовнішньому магнітному полі. Основні рівняння магнітостатики у вакуумі: інтегральна теорема Гаусса та теорема про циркуляцію магнітного поля струмів.</p> <p>Магнітне поле в речовині. Природа магнетизму речовини. Намагнічування та намагніченість. Намагніченість ізотропного магнетика, магнітні сприйнятливості і проникність. Магнітне поле в речовині, вектор напруженості магнітного поля. Теорема про циркуляцію магнітного поля в речовині. Діа-, пара- та феромагнетика.</p> <p>Література: [2], 8.1 – 8.6, 9.1, 9.2, 9.4, 9.5.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Обчислення магнітних полів струмів за допомогою теореми про циркуляцію.</p> <p>Література: [2], 8.5.</p> | 1 |
| 8 | <p>Тема 3. Електромагнітна індукція. Основна література</p> <p>Електромагнітна індукція. Енергія магнітного поля. Явище електро- магнітної індукції. Правило Ленца. Закон Фарадея. Індуктивність контура, самоіндукція. Магнітна енергія струму. Локалізація магнітної енергії, густина енергії магнітного поля. .</p> <p>Література: [2], 10.1-10.6.</p> | 1 |
| 9 | <p>Тема 4. Динамічне електромагнітне поле.</p> <p>Рівняння електромагнітного поля. Вихрове електричне поле. Струм зміщення. Закон повного струму.</p> <p>Література: [2], 13.1 – 13.4.</p> | 1 |
| 10 | <p>Тема 4. Рівняння Максвелла.</p> <p>Література: [2], 13.4.</p> | 1 |
| 11 | <p>Тема 4. Електромагнітні хвилі.</p> <p>Електричні коливання. Види коливань. Гармонічні коливання, їх диференціальне рівняння. Вільні загасаючі коливання в контурі, амплітуда та частота загасаючих коливань. Вимушені коливання в контурі. Амплітудні характеристики контура, резонанс. Змінний струм. Активний та реактивні опори, імпеданс.</p> | 1 |
| 12 | <p>Тема 4. Механічні й електромагнітні хвилі.</p> <p>Хвильові процеси. Гармонічні коливання. Додавання гармонічних коливань. Загасаючі коливання. Вимушені коливання.Хвильовий процес. Види хвиль. Характеристики хвиль. Хвильовий вектор. Хвильове рівняння.</p> | 1 |

| | | |
|----|--|-----------|
| | Електромагнітні хвилі. Рівняння та характеристики монохроматичної хвилі. Хвильові поверхні та фазова швидкість. Утворення та загальні властивості електромагнітних хвиль. Густина потоку енергії хвилі. Вектор Пойнтінга. Інтенсивність електромагнітної хвилі. Література: [1], 10.1 - 10.3, 10.6 -10.9, 11.1, 11.2. [2], 14.1, 14.2. | |
| 13 | Тема 5. Оптика. Інтерференція світла. Світлові хвилі. Показник заломлення. Поняття про інтерференцію та когерентність. Умови максимумів і мінімумів. Способи спостереження інтерференції світла. Інтерференція в тонких пластинах. Дифракція світлових хвиль. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Фраунгофера на одній щілині. Дифракція Фраунгофера на одновимірній ґратці. Дифракція рентгенівських променів на кристалах. Поляризація світла. Поляризоване та природне світло. Види поляризації. Закон Малюса. Поляризація при відбитті від діелектрика. Закон Брюстера. <i>Самостійна робота:</i> подвійне променезаломлення. Література: [3], 1.1, 3.1, 3.2, 3.4, 4.1 – 4.4, 5.1, 5.2, 5.4, 5.6. Оптичні системи і прилади. Основні закони геометричної оптики та межі їх застосування. Хід променів крізь плоскопаралельну пластину та трикутну призму. Повне внутрішнє відбивання, граничний кут. Волоконна оптика. Аберації оптичних систем. Діафрагми. Око як оптична система. Оптичні прилади. Література: [3], 4.1, 4.11 - 4.14, 4.16. | 3 |
| 14 | Тема 5. Квантова фізика. Квантова гіпотеза. Фотони, енергія і імпульс фотонів. Формула Планка. Фотоефект. Рівняння Ейнштейна. Принцип невизначеності Гейзенберга. Хвильова функція, її імовірнісний зміст та властивості. Часове і стаціонарне рівняння Шрödінґера. Література: [3], 9.1 – 9.4, 12.1 – 12.3. <i>Самостійна робота:</i> Хвильові функції та стаціонарні стани частинки в потенціальному ящику. Література: [3], 12.4. | 1 |
| 15 | Тема 5. Елементи атомної фізики. Лінійчаті спектри атома водню. Модель атому Томсона. Досліди Резерфорда і планетарна модель. Теорія Бора атома водню. Просторове квантування. Література: [3] 13.1 -13.5. | 1 |
| 16 | Виконання розрахунково-графічної роботи | 6 |
| 17 | Підготовка до МКР | 6 |
| 18 | Підготовка до екзамену | 30 |
| | Всього годин | 60 |

6. Індивідуальні завдання

З метою чіткої організації самостійної роботи студентів і задля підвищення якості засвоєння навчального матеріалу та вироблення початкового досвіду інженерних розрахунків передбачені індивідуальні завдання у формі розрахунково-графічної роботи на теми: “Механіка”, “Електричне поле зарядів у вакуумі”.

Вони сприяють більш поглибленому вивченню студентами теоретичного матеріалу,

формуванню вмінь використання знань для вирішення відповідних практичних завдань. Індивідуальні завдання виконуються студентами самостійно із забезпеченням необхідних консультацій з окремих питань з боку викладача. Наявність позитивних оцінок, отриманих студентом за індивідуальні завдання, є необхідною умовою допуску до семестрового контролю.

Основні цілі індивідуального завдання:

- чітка організація самостійної роботи студентів;
- підвищення якості засвоєння навчального матеріалу;
- вироблення початкових навичок інженерних розрахунків

Контрольна робота

З кредитного модуля заплановано проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР): МКР проводиться за темами **1-5** згідно розкладу занять.

Основна мета МКР- здійснення рубіжного контролю та досесійної атестації академічної успішності студентів. **Місце проведення МКР** - в аудиторії згідно розкладу. МКР проводяться на практичному занятті №9 та розрахована на дві академічні години.

Методика проведення МКР. Завдання МКР складаються з **3** питань (задач). Проводиться шляхом видачі кожному студентові індивідуальних завдань (**3** задач). Результати оголошуються на найближчому занятті.

7. Політика і контроль

7.1. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- відвідування лекційних, практичних та лабораторних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує гугл-диск для викладання матеріалу поточної лекції, додаткової інформації, завдань до практичних робіт та інше; вирішення практичних завдань та модульних контрольних робіт завантажуються через гугл-клас;
- питання на лекції задаються у відведений для цього час;
- для захисту практичної або розрахункової роботи необхідно розв'язати відповідні задачі, завантажити рішення в гугл-клас та відповісти на запитання щодо рішення;
- модульні контрольні роботи пишуться без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); роботи які містять ознаки академічної недобросовісності (явно списані роботи, які містять однаковий набір унікальних помилок і описок) оцінюються в 0 балів.
- лабораторні заняття проводяться в лабораторіях кафедри. Перевіряється підготовка студентів до виконання конкретної лабораторної роботи. Після отримання допуску студенти експериментально отримують результати вимірювання, які записують в протокол роботи. Оформляють протокол роботи і відповідають на контрольні питання. При успішному захисті протоколу отримують відповідні бали.
- заохочувальні бали виставляються за: рішення задач на першому практичному занятті; участь у факультетських та інститутських олімпіадах з навчальних дисциплін, участь у конкурсах робіт, підготовка оглядів наукових праць тощо. Кількість заохочуваних балів не більше 10;

- штрафні бали виставляються за: переписування модульної контрольної роботи. Кількість штрафних балів не більше 10.

7.2. Положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- 5 експрес-контролів** на практичних заняттях;
- 2 відповіді на ПЗ;
- 1 модульна контрольна робота (МКР) ;
- Одну розрахункову роботу (РР) ;
- Виконання та захист 9-ти лабораторних робіт (ЛР);
- Відповідь на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Відповідно до календарного плану занять та рекомендацій Положення про рейтингову систему оцінки знань, семестровий нормативний ваговий бал практичних занять прийняті наступні шкали та вагові рейтингові бали і критерії оцінювання за видами занять.

Семестрова та екзаменаційна рейтингові шкали приймаються у розмірі балів, $\hat{r}_C = 60$ балів, $r_E = 40$ балів. $R = \hat{r}_C + r_E = 100$ балів - рейтингова шкала з кредитного модуля.

1. Експрес контролі

Ваговий бал $\hat{r}_{ек} = 1$. Для отримання рейтингу $r = 1 * 5 = 5$ балів студент повинен отримувати позитивні оцінки за всі відповіді на питання контролю підготовки до заняття.

- «відмінно» повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
- «добре» достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібні інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 3,5-4,5 балів;
- «задовільно» неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та незначні помилки -3-3,5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 2,5 бали) -0 балів.

2. Практичні заняття.

Ваговий бал $\hat{r}_{пз} = 2,5$ балів. Для отримання рейтингу $r = 2 * 2,5 = 5$ балів студент повинен два рази самостійно розв'язати задачу або дати дві правильні відповіді на якісні питання.

Студент, який бере активну участь в занятті й демонструє якісну підготовку до нього, може отримати заохочувальний бал (бонус) $r_6 \leq 1$, але в межах загального ліміту 10% від r_C , тобто не більше 8 балів за всі види контролю разом.

Підсумковий семестровий рейтинг з практичних занять визначається набраними нормативними та заохочувальними r_6 балами сумарний ваговий бал

$$\hat{r}_{пр} = 10 + \sum r_6 .$$

3. Модульна контрольна робота (МКР).

Модульна контрольна робота складається з 3-х задач, кожна з яких оцінюється у 5 балів. За одну модульну контрольну студент максимально може отримати 15 балів. 15

Мінімальна кількість балів, за умови якої контрольна вважається зданою – 9. Бали за виконання завдань нараховуються таким чином:

- повністю правильний розв'язок задачі (правильне оформлення заданих величин з переводом до системи СІ і сформульоване запитання, чіткий схематичний рисунок з позначенням напрямків векторних величин, якщо потрібно, правильний фізичний розв'язок задачі, розрахунок невідомої величини без помилок, записані одиниці вимірювання для всіх фізичних величин) – максимальна кількість балів (5 балів);
 - розв'язок задачі виконаний з помилками на рівні математичного обчислення невідомої величини та помилкового вживання розмірності – 4 бали;
 - розв'язок задачі виконаний частково: основні формули і закони записані вірно, але помилки виникли у перетворенні формул і через це фізичний розв'язок вийшов невірний – 3 бали;
 - розв'язку задачі немає, але записані основні формули і закони, які потрібні для нього – 2 бали;
 - розв'язку задачі немає, фізичні формули відсутні, але виконано правильне оформлення заданих величин з переводом до системи СІ і сформульоване запитання, а також зроблено чіткий схематичний рисунок з позначенням напрямків векторних величин – 1 бал;
 - розв'язку задачі немає, фізичні формули та схематичний рисунок відсутні, але виконано правильне оформлення заданих величин з переводом до системи СІ і сформульоване запитання – 0,5 балів;
- відсутність будь-яких записів щодо завдання та розв'язку – 0 балів.

4. Розрахункова робота (РР).

Ваговий бал $r_{\text{РР}} = 15$ балів.

Розрахунково-графічна робота оцінюється в 15 балів, зараховується, якщо студент набирає щонайменше 9 балів. При цьому бали нараховуються таким чином:

- повністю вірне виконання роботи, відсутність помилок в аналітичних та числових значеннях напруженості, правильно побудований графік $E(r)$ для всіх заданих областей простору – 15 балів;
- незначні помилки в числових значеннях напруженості, які не призвели до видозміни графіка $E(r)$, помилково вказані або не вказані одиниці розмірності при обчисленнях або на графіку – 13-14 бали;
- помилково обчислені значення напруженості, що призвели до неправильного вигляду графіка $E(r)$ – 12 балів;
- помилка в одному з аналітичних виразів $E(r)$, що призводить до неправильного вигляду графіка в одній із заданих областей простору – 10-11 балів;
- помилка більше ніж в одному з аналітичних виразів $E(r)$, що призводить до повністю невірної виконання завдання, при цьому завдання повертається на переробку і тільки після виправлення помилок зараховується 9 балів.

За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку нараховується штрафний (–1) бал.:

Підсумковий рейтинг за РР визначається кількістю балів за виконання роботи за відрахуванням штрафних балів:

$$r_{\text{РР}} = 15 - \sum r_{\text{штр}}$$

5. Лабораторні роботи

Виконується 9 лабораторних робіт.

Лабораторні роботи оцінюються за 5-ти бальною шкалою, а потім сума всіх балів за лабораторні роботи множиться на коефіцієнт 4/9. Таким чином максимально за лабораторні роботи студент може набрати протягом семестру 20 балів.

Добре і вчасно виконана робота, правильно оформлений протокол, гарний і своєчасний захист роботи (відповідь на 2 контрольних запитання, заданих

викладачем) – 5 балів; правильно оформлений протокол і відповідь на одне з двох заданих контрольних запитань — 4 бали; правильно оформлений протокол без вірних відповідей на контрольні запитання — 3 бали.

Календарний контроль проводиться згідно Графіка-календаря освітнього процесу ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського на навчальний рік.

За перший календарний контроль ідеальний студент може отримати поточний рейтинг $r_1 = 23$ балів. Тому заліковий бал першої атестації приймається $A_1 = 0,5 r_1 = 12$ балів. На час другого календарного контролю максимальний поточний рейтинг складає $r_2 = 43$ бали. Заліковий бал другої атестації $A_2 = 0,5 r_2 = 22$ балів.

Оцінювання якості знань із кредитного модуля.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює $\hat{r}_c = 60$ балів.

Стартовий (попередній) рейтинг студента дорівнює сумі балів, отриманих з усіх контрольних заходів у семестрі:

$$\hat{r}_c = r_{\text{експ}} + r_{\text{пр}} + \hat{r}_{\text{лб}} + r_{\text{МКР}} + r_{\text{РР}} = 10 + 20 + 15 + 15 = 60 \text{ балів.}$$

Умова допуску до екзамену. Студент допускається до екзамену, якщо він має: - стартовий рейтинг $r_c \geq 0,5 \hat{r}_c = 30$ балів;

- зараховані всі лабораторні роботи;
- зараховано розрахункову роботу (отримано більше 9 балів).

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 40% від \hat{r}_c , а саме:

$$\text{2-ий семестр } r_E = \frac{60 \cdot 0,4}{1 - 0,4} = 40 \text{ балів:}$$

Рейтинг із кредитного модуля (підсумковий бал) складається зі стартового рейтингу r_c і балів r_E (максимальна кількість балів на екзамені дорівнює 80 балів), отриманих студентом на екзамені:

$$R = r_c + r_E = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

5. Відповідь на екзамені

На іспиті студент отримує білет із двома задачами та двома запитаннями. Система оцінювання запитань та задач:

10 балів – повне розкриття змісту запитання або повністю розв'язана задача; 7-9 балів – розкриття змісту запитання з незначними помилками;

4-6 балів – неповне розкриття змісту або незавершена відповідь; 1-3 бали – відповідь на запитання містить грубі помилки;

0 балів – відсутність відповіді або відповідь не відповідає змісту запитання. Всього на екзамені можна отримати 40 балів.

Якщо сума балів за всі питання і задачі виявляється меншою за 24 бали, то ставиться 0 балів..

Оцінювання результатів навчання курсантів здійснюється у відповідності до Методичних рекомендацій до розроблення і застосування рейтингових систем оцінювання курсантів (студентів) в ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Рейтингова оцінка трансформується до університетської системи оцінювання згідно з таблицею 1.

Таблиця 1. Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою
Рейтингові бали, RD Оцінка за університетською шкалою

| Кількість балів | Оцінка |
|-----------------|--------------|
| 100-95 | Відмінно |
| 94-85 | Дуже добре |
| 84-75 | Добре |
| 74-65 | Задовільно |
| 64-60 | Достатньо |
| Менше 60 | Незадовільно |

8. Додаткова інформація з навчальної дисципліни

На екзамен виносяться всі теоретичні питання, які розглядаються на лекціях і задачі того ж рівня складності і тематики, що і задачі на практичних заняттях.

Розробники робочої програми навчальної дисципліни (силабусу):

Старший викладач кафедри загальної фізики

(підпис)

Доцент кафедри загальної фізики

Наталія Бруква

(науковий ступінь, вчене звання, власне ім'я та прізвище)

(підпис)

канд.фіз.-мат. наук, доцент, Іван Скіцько

(науковий ступінь, вчене звання, власне ім'я та прізвище)

__31__ . __05__ . 2023р.

Ухвалено кафедрою загальної фізики (протокол № 7 від 06.06 .2023 р.)

Завідувач кафедри загальної фізики

(підпис)

__06__ . __06__ . 2023 р.

доктор фіз.-мат. наук, професор Сергій Решетняк

(науковий ступінь, вчене звання, власне ім'я та прізвище)

Погоджено Методичною комісією ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського

(протокол від .30 06. 2023 р. № 9).

(підпис)

__30__ . __06__ . 2023 р.

_____ (науковий ступінь, вчене звання, власне ім'я та прізвище)

Погоджено:

Завідувач Спеціальної кафедри № 5

_____ (підпис)

____.____. 2023 р.

Ігор СУБАЧ

(науковий ступінь, вчене звання, власне ім'я та прізвище)