Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Емблема кафедри (за наявності)

Кафедра прикладної фізики

ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА ЧАСТИНА 2. ЕЛЕКТРИКА та МАГНЕТИЗМ. ОПТИКА. АТОМНА ФІЗИКА.

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

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

Галузь знань	*13 Механічна інженерія*
Спеціальність	*131 Прикладна механіка*
Освітня програма	*Автоматизовані та роботизовані механічні системи НН ММІ* *Динаміка і міцність машин НН ММІ* *Технології виробництва літальних апаратів НН ММІ* *Технології машинобудування НН ММІ*
Статус дисципліни	*Нормативна*
Форма навчання	*очна(денна)*
Рік підготовки, семестр	*1 курс, весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*4,5 кредитів ЄКТС. Загальний обсяг-135 годин. Лекції-36 години, Практичні-18 годин, Лабораторні роботи -18 годин, Самостійна робота студента - 63 години.*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Залік /календарний контроль, МКР*
Розклад занять	www.roz.kpi.ua
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.ф.-м.н., Кондаков Володимир Олександрович, kondakow@gmail.com Практичні / Семінарські: к.ф.-м.н., доцент Долгошей Володимир Борисович, vdolgoshey@ukr.net Лабораторні: : к.ф.-м.н., доцент Долгошей Володимир Борисович, vdolgoshey@ukr.net
Розміщення курсу	www.apd.ipt.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Фізика є однією з основних природничо-наукових дисциплін, які вивчають закони неживої природи. Вона (разом з математикою, хімією та ін.) знаходиться серед найважливіших фундаментальних дисциплін. Тому вивчення основ фізики є необхідним елементом підготовки студентів технічних спеціальностей. Для інженера – сучасного спеціаліста важливе значення мають вміння ефективно використовувати поняття та закони фізики до конкретних прикладних задач. Інженерні дисципліни базуються на законах та представленнях фізики і не можуть бути опановані в повній мірі без розуміння фізичних принципів, що закладаються в них.

Фізика вивчає найпростіші і у той же час найбільш загальні закономірності явищ природи, властивості та будови матерії та закони її руху. При цьому вона базує свої закони на експериментальних методах дослідження та надає їх результати у математичної формі. Основні принципи та закони фізики створюють наукову картину світу.

Мета навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни є засвоєння і розуміння фізики та формування у студентів компетентностей:

ЗДАТНІСТЬ:

- правильно відтворювати фізичні ідеї та коректно застосовувати принципи та закони фізики для математичного опису відповідних явищ;

- аналізувати фізичні механізми, що є суттєвими при розгляді тих чи інших фізичних явищ;

- будувати математичні моделі фізичних явищ.

***Програмні результати навчання**.*

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- знання концептуальних підходів до вивчення фізичних явищ, а також фундаментальних фізичних принципів і законів та їх математичного вигляду (переважно в рамках зазначених нижче розділів фізики);

- уявлення про межі застосування відповідних фізичних моделей і теорій;

- знайомство з основними фізичними явищами, що відносяться до базового курсу фізики (переважно в рамках зазначених вище розділів фізики) та, відповідно, можуть бути описані зазначеними вище фізичними моделями та теоріями.

Фахові компетентності:

ФК6. Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

Програмні результати навчання:
РН9. Знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми.

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

Навчальний матеріал дисципліни спирається на знання, засвоєні студентами попередньо в курсах елементарної фізики та математики за програмою повної загальної середньої освіти, а також при паралельному вивченні курсу "Вища математика". Знання, отримані студентами в рамках даної дисципліни відповідно до структурно-логічної схеми освітніх програм, використовуються в курсах: «Теоретична механіка», «Матеріалознавство», «Теоретичні основи теплотехніки», «Електротехніка і електроніки» та ін.

2. **Зміст навчальної дисципліни**

Розділ 1. Постійний електричний струм.

Електричний струм. Струм провідності та конвекційний струм. Умови існування струму у провідному середовищі. Сила струму та густина струму.
Закони Ома та Джоуля-Ленца в диференціальній формі. Закон Джоуля-Ленца в інтегральній формі. Різні інтегральні форми закону Ома. Розгалужені контури. Правила Кірхгофа.

Розділ 2. Електромагнетизм.

Магнітне поле. Опис магнітного поля в вакуум.
Індукція магнітного поля. Сила Ампера, сила Лоренца. Магнітне поле рухомого заряду. Закон Біо-Савара. Принцип суперпозиції магнітних полів.
Теорема про циркуляцію магнітного поля у вакуумі.
Диференціальна та інтегральна форми теореми про циркуляцію магнітного поля у вакуумі. Поле соленоїда.
Намагнічування речовини. Мікроскопічне та макроскопічне магнітне поле, струм намагнічування та провідності.
Опис магнітного поле в речовині.
Напруженість магнітного поля. Теорема про циркуляцію магнітного поля в речовині. Магнітна сприйнятливість та проникність. Магнетики та їх основні види. Доменна структура та гістерезис у феромагнетиках.
Граничні умови для електричного поля. Граничні умови для магнітного поля.
Явище електромагнітної індукції (трактовка Фарадея).
Магнітний потік. Закон електромагнітної індукції Фарадея. Коефіцієнти само- та взаємоіндукції, індуктивність.
Явище електромагнітної індукції в трактовці Максвелла. Закон електромагнітної індукції Максвелла.
Рівняння Максвелла.
Струм зміщення. Рівняння Максвелла в вакуумі (інтегральна форма). Рівняння Максвелла в вакуумі (диференціальна форма). Рівняння Максвелла в речовині (інтегральна форма). Рівняння Максвелла в речовині (диференціальна форма).
Електромагнітні хвилі.
Утворення та особливості електромагнітних хвиль. Хвильове рівняння для електромагнітних хвиль. Плоскі електромагнітні хвилі.

Розділ 3. Оптика.

Вступ
Визначення оптики. Шкала електромагнітних хвиль. Принцип Ферма. Предмет та наближення геометричної оптики.
Закони геометричної оптики. Поняття зображення. Дійсне та уявне зображення. Спряжені точки.
Центровані оптичні системи.
Визначення центрованих оптичних систем. Заломлення світла на сферичній поверхні. Тонкі лінзи. Телескопи Кеплера та Галілея.
Інтерференція світла.
Визначення інтерференції. Інтерференційні схеми. Видимість інтерференційної картини, ширина інтерференційної полоси. Умови спостереження інтерференції. Когерентність; часова та просторова когерентність.
Дифракція світла
Визначення дифракції. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля. Зони Френеля та зонна діаграма Дифракція Фраунгофера. Дифракція на щілині. Дифракційні гратки.
Поляризація світла.

Поляризація поперечних хвиль. Види поляризації. Поляризатор та аналізатор. Закон Малюса. Проходження світла через границю розділу двох прозорих середовищ. Формули Френеля, кут Брюстера.

Кванти випромінювання.

Теплове випромінювання. Абсолютно чорне тіло; сіре тіло. Закон Стефана-Больцмана, формула Планка. Поняття про кванти світла. Фотоефект. Квантова теорія фотоефекту. Рентгенівське випромінювання. Ефект Комптона.

Розділ 4. Атомна фізика.

Будова атомів.

Електрон в атомі. Постулати Бора. Спектри воднеподібних атомів, комбінаційний принцип Рітца. Квантові числа електрона в атомі. Спін електрона. Просторове квантування.

Основні поняття та представлення квантової механіки.

Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвиля де Бройля, хвильова функція. Зв'язок між механічними та хвильовими параметрами об'єкту. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Середнє значення фізичної величини.

Рівняння Шрьодінгера Частинка у потенційному полі.

Часове рівняння Шрьодінгера. Стаціонарне рівняння Шрьодінгера.

Частинка у потенційній ямі та за присутності потенціального бар'єра в квантовій механіці. Прозорість потенціального бар'єра. Тунельний ефект.

3. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

Основна:

1 Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. (у 3-х т.). Т.2. Електрика і магнетизм. К.: Техніка, 2006..

2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. (у 3-х т.). Т.3. Оптика. Квантова фізика. - К.: Техніка, 2006.

3. Вакарчук С.О., Демків Т.М., Мягкота С.В. Фізика. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2010.

4. Антоняк О.Т. Загальна фізика: основи електрики і магнетизму: навч. посібник. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009.

5. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Ільчук Г.А., Романишин Б.М., Фізика для інженерів. Львів: 2003, 2005, 2009.

Допоміжна:

1. D.V. Sivuhin. The General Course of Physics. Vol. 3-5. Book on Demand Ltd., 2018.

2. Savelyev I.V. (Author), Leib G. (Translator), Physics - A General Course. Central Books Ltd, 1981.

3. Yavorsky B.M., Detlaf A.A., Weinstein N., Modern Handbook of Physics, Mir Publishers, 1983.

4. Max Born. Atomic Physics. Blackie and Son Ltd. London – Glasgow, 1963.

5. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.: Наука, 1988 г.

6. Стрелков С.П., Сивухин Д.В., Угаров В.А., Яковлев И.А. Сборник задач по общему курсу физики

(в 5 томах). М.: Физматлит; Лань, 2006.

7. Дмитрієва В.Ф. Фізика. К.: Техніка, 2008.

8. Чолпан П.П. Фізика. К.: Вища школа, 2003.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	*Назва теми лекції та перелік основних питань*
	Розділ 1. Постійний електричний струм
1	***Лекція 1.*** *Постійний електричний струм. Основні визначення та величини* *Електричний струм. Струм провідності та конвекційний струм. Умови існування струму у провідному середовищі. Сила струму та густина струму.*
2	***Лекція 2.*** *Постійний електричний струм. Основні закони* *Закони Ома та Джоуля-Ленца в диференціальній формі. Закон Джоуля-Ленца в інтегральній формі. Різні інтегральні форми закону Ома. Розгалужені контури. Правила Кірхгофа.*
	Розділ 2. Електромагнетизм
3	***Лекція 3.*** *Магнітне поле. Опис магнітного поля в вакуумі* *Магнітне поле. Індукція магнітного поля. Сила Ампера, сила Лоренца. Магнітне поле рухомого заряду. Закон Біо-Савара. Принцип суперпозиції магнітних полів.*
4	***Лекція 4.*** *Теорема про циркуляцію магнітного поля у вакуумі. Намагнічування речовини.* *Теорема про циркуляцію магнітного поля у вакуумі.* *Диференціальна та інтегральна форми теореми про циркуляцію магнітного поля у вакуумі. Поле соленоїда.* *Намагнічування речовини.* *Намагнічування речовини. Мікроскопічне та макроскопічне магнітне поле, струм намагнічування та провідності.*
5	***Лекція 5.*** *Опис магнітного поле в речовині.* *Напруженість магнітного поля. Теорема про циркуляцію магнітного поля в речовині. Магнітна сприйнятливість та проникність. Магнетики та їх основні види. Доменна структура та гістерезис у феромагнетиках.*
6	***Лекція 6.*** *Граничні умови для електричного та магнітного полів. Явище електромагнітної індукції (трактовка Фарадея).* *Граничні умови для електричного та магнітного полів.*

	Граничні умови для електричного поля. Граничні умови для магнітного поля. *Явище електромагнітної індукції (трактовка Фарадея).* *Явище електромагнітної індукції в трактовці Фарадея. Магнітний потік. Закон електромагнітної індукції Фарадея. Коефіцієнти само- та взаємоіндукції, індуктивність.*
7	***Лекція 7.*** *Явище електромагнітної індукції (трактовка Максвелла). Рівняння Максвелла.* *Явище електромагнітної індукції (трактовка Максвелла).* *Явище електромагнітної індукції в трактовці Максвелла. Закон електромагнітної індукції Максвелла.* *Рівняння Максвелла.* *Струм зміщення. Рівняння Максвелла в вакуумі (інтегральна форма). Рівняння Максвелла в вакуумі (диференціальна форма). Рівняння Максвелла в речовині (інтегральна форма). Рівняння Максвелла в речовині (диференціальна форма).*
8	***Лекція 8.*** *Електромагнітні хвилі.* *Утворення та особливості електромагнітних хвиль. Хвильове рівняння електромагнітних хвиль. Плоскі електромагнітні хвилі.*
	Розділ 3. Оптика
9	***Лекція 9.*** *Вступ до оптики.* *Визначення оптики. Шкала електромагнітних хвиль. Принцип Ферма. Предмет та наближення геометричної оптики.*
10	***Лекція 10.*** *Основи геометричної оптики. Центровані оптичні системи.* *Основи геометричної оптики.* *Закони геометричної оптики. Поняття зображення. Дійсне та уявне зображення. Спряжені точки.* *Центровані оптичні системи.* *Визначення центрованих оптичних систем. Заломлення світла на сферичній поверхні. Тонкі лінзи. Телескопи Кеплера та Галілея.*
11	***Лекція 11.*** *Інтерференція світла.* *Визначення інтерференції. Інтерференційні схеми. Видимість інтерференційної картини, ширина інтерференційної полоси. Умови спостереження інтерференції. Когерентність; часова та просторова когерентність.*
12	***Лекція 12*** *Дифракція світла* *Визначення дифракції. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля. Зони Френеля та зонна діаграма Дифракція Фраунгофера. Дифракція на щілині. Дифракційні гратки.*
13	***Лекція 13.*** *Поляризація світла.*

	Поляризація поперечних хвиль. Види поляризації. Поляризатор та аналізатор. Закон Малюса. Проходження світла через границю розділу двох прозорих середовищ. Формули Френеля, кут Брюстера.
14	***Лекція 14.*** *Кванти випромінювання.* *Теплове випромінювання. Абсолютно чорне тіло; сіре тіло. Закон Стефана-Больцмана, формула Планка. Поняття про кванти світла. Фотоефект. Квантова теорія фотоефекту.* *Рентгенівське випромінювання. Ефект Комптона.*
	Розділ 4. Атомна фізика
15	***Лекція 15.*** *Будова атомів. Електрон в атомі.* *Будова атомів. Постулати Бора. Спектри воднеподібних атомів, комбінаційний принцип Рітца. Квантові числа електрона в атомі. Спін електрона. Просторове квантування.*
16	***Лекція 16.*** *Основні поняття та представлення квантової механіки.* *Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвиля де Бройля, хвильова функція. Зв'язок між механічними та хвильовими параметрами об'єкту. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Середнє значення фізичної величини.*
17	***Лекція 17.*** *Рівняння Шрьодінгера Частинка у потенційному полі.* *Рівняння Шрьодінгера* *Часове рівняння Шрьодінгера. Стаціонарне рівняння Шрьодінгера.* *Частинка у потенційному полі.* *Частинка у потенційній ямі та за присутності потенціального бар'єра в квантовій механіці. Прозорість потенціального бар'єра. Тунельний ефект.*
18	***Залікове заняття***

Практичні заняття

Основними завданнями циклу практичних занять є формування у студентів практичних навичок розв'язання задач, зокрема. навичок прикладення фізичних теорій до конкретних задач. При цьому студенти навчаються навичкам побудови фізичних моделей процесів, вибору адекватних математичних моделей фізичних процесів, вибору оптимального методу розв'язання задач. Необхідний матеріал для підготовки до практичних занять можна знайти, зокрема, у основних літературних джерелах [1-5], а також додаткових [5,6], що містять основні формули, необхідні для розв'язування задач.

№ з/п	Назва теми заняття
1	*Постійний електричний струм.* *Література: дод. [5, 6].*
2	*Магнітне поле у вакуумі.* *Література: дод. [3, 4].*
3	*Магнітне поле в речовині.* *Література: дод. [3, 7].*
4	*Електромагнітна індукція.* *Література: дод. [3, 4].*
5	*Геометрична оптика.* *Література: дод. [3, 4].*
6	*Інтерференція світла.* *Література: дод. [3, 4].*
7	*Дифракція Френеля.* *Література: дод. [3, 4].*
8	*Дифракція Фраунгофера.* *Література: дод. [3, 4].*
9	*Модульна контрольна робота].*

Лабораторні заняття

Основними завданнями циклу лабораторних занять є формування у студентів навичок експериментальної роботи, ознайомлення з головними методами вимірювання фізичних величин, основними методами обробки результатів експерименту і фізичними приладами, а також наочна ілюстрація фізичних законів та принципів.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	*Вступ до лабораторних робіт. Вимогі техніки безпеки. Знайомство з елементами теорії обробки результатів вимірювань.*	2
2	*Визначення ЕРС та внутрішнього опору акумулятора.*	2
3	*Захист лабораторної роботи.*	2
4	*Визначення магнітного моменту витка зі струмом у магнітному полі.*	2
5	*Захист лабораторної роботи.*	2
6	*Вивчення вимушених коливань у послідовному коливальному контурі.*	2
7	*Захист лабораторної роботи.*	2
8	*Вивчення інтерференції світла.*	2
9	*Захист лабораторної роботи.*	2

5. Самостійна робота студента

Підготовка до аудиторних, практичних та лабораторних занять, а також до МКР, вивчення теоретичного матеріалу та створення власного конспекту, підготовка до екзамену, разом 63 годин.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять: відвідування лекційних та практичних занять не є обов'язковим для отримання позитивної оцінки, але бажаним. Документи, що звільняють від відвідування занять (медичні довідки, завірені уповноваженим заступником декана звільнення) студент має пред'являти викладачу та надати в деканат;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має слушно виконувати вказівки викладача щодо роботи на занятті, поводитися стримано й чемно та не заважати іншим студентам і викладачу;*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні - відповіді на запитання викладача на лекціях, активна (вище встановленої норми) робота на практичних заняттях; штрафні бали – запізнення з виконанням та захистом лабораторних робіт;*
- *політика дедлайнів та перескладань: політику дедлайнів та перескладань з лабораторних робіт визначає викладач, що веде лабораторні роботи. Якщо студент не з'явився на контрольну роботу (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Можливість повторного складання МКР (в тому числі у випадку пропуску контрольної роботи) може бути надана студентові за узгодженням з викладачем (при цьому в підсумковий рейтинг враховується оцінка останнього складання). Перескладання екзамену проводиться згідно Правилам проведення підсумкового контролю;*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» https://kpi.ua/files/honorcode.pdf встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (електронна пошта, переписка на форумах та у месенджерах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

1) Модульну контрольну роботу	*20 балів*
2) Роботу на практичних заняттях та виконання домашніх завдань	*20 балів*
3) Виконання та захист лабораторних робіт	*20 балів*
4) Створення власного конспекту з теоретичного матеріалу	*40 балів*

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 20 за модульну контрольну роботу.

Система оцінювання (за МКР):

Рівень засвоєння навчального матеріалу	*Бали*	*Критерії оцінювання*
«відмінно»	*18-20*	*повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)*
«добре»	*15-17*	*достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або відповідь з незначними неточностями*
«задовільно»	*12-14*	*неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки*
«незадовільно»	*0-11*	*незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно»)*

Максимальна кількість балів за МКР дорівнює 20 балів.

2. Практичні заняття

Ваговий бал – 20 за практичні заняття. Бали нараховуються за розв'язані на практичному занятті та завдані до дому задачі.

3. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 5 за кожну з 4 лабораторних робіт.

Система оцінювання (за 1 лабораторну роботу):

Оцінюваний елемент роботи	*Максимальні/номінальні бали*
Виконання лабораторної роботи	*1*
Обробка даних та оформлення результатів роботи	*1*
Відповідь на захисті	*3*
Несвоєчасний захист	*-1*

Максимальна кількість балів за лабораторні роботи дорівнює 5 балів х 4 = 20 балів.

4. Лекційні заняття

Студентам, які активно працюють на лекційних заняттях, можуть додатково нараховуватися заохочувальні бали.

Допуск до заліку

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Таким чином, максимальна сума вагових балів семестрового рейтингу складає:

$$R_C = 20\ (мкр) + 20(практ) + 20(лаб) + 40(консп) = 100\ балів$$

(Семестровий контроль – ЗАЛІК)

Атестація студентів на 8 та 14 тижнях семестру проводиться за значенням поточного рейтингу на час атестації. Якщо значення рейтингу не менше 50% від максимального можливого на час атестації студент вважається атестованим.

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання та захист всіх лабораторних робіт та створення власного рукописного конспекту з теорії. Крім того, для допуску до заліку сумарний рейтинг з дисципліни має складати не менше ніж 0,6 R_C = 60 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни, менший за 0,6 R_C = 60 балів, зобов`язані до початку екзаменаційної сесії підвищити свій рейтинг принаймні до мінімального (0,6 $R_C$). Студенти, що мають заборгованості з предмету, які не відповідають необхідній умові допуску до заліку, зобов`язані до залікового заняття ліквідувати принаймні мінімальну необхідну для допуску кількість заборгованостей. При невиконанні цих умов (принаймні однієї з вказаних вище) такі студенти не допускаються до заліку і, відповідно, отримують академічну заборгованість.

Студент, який виконав умови допуску, але має менше 60 балів, повинен виконати залікову контрольну роботу (пройти співбесіду) та отримати відповідну оцінку.

Для отримання студентом оцінок в університетській шкалі його рейтингова оцінка $\boldsymbol{R_\Sigma}$ *переводиться згідно з таблицею:*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам 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
Не виконані умови допуску	Не допущено

При отриманні незадовільної оцінки на заліку студент має 2 спроби для перескладання у відповідності до графіку додаткової сесії.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):
Складено *доцентом каф. ПФ, к. ф.-м. н, Кондаковим Володимиром Олександровичем.*
Ухвалено *кафедрою Прикладної фізики (протокол № 11 від 14.12.2024 р.)*
Затверджено *Методичною комісією НН ФТІ (протокол № 6 від 14.12.2024 р.)*
Погоджено *Методичною комісією НН ММІ (протокол №5 від 20.12.2024 р.)*