



МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	Е Природничі науки, математика та статистика
Спеціальність	Е5. Фізика та астрономія
Освітня програма	Моделювання фізичних процесів
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 рік підготовки, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ECTS (150 год.): лекції – 30 годин, практичні – 14 годин, самостійна робота – 106 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР, ДКР
Розклад занять	час і місце проведення аудиторних викладені на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор, практичні: к.ф.-м.н. Чурсанова Марина Валеріївна, https://zfftt.kpi.ua/staff/chursanova/
Розміщення курсу	campus.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Експериментальна складова є необхідною частиною у проведенні кваліфікованих наукових досліджень, адже саме практика є критерієм істинності та доцільності теорії, дієвим інструментом наукового пошуку. Для студентів-магістрантів першочергову актуальність має набуття навичок, як самостійної наукової роботи, так і науково-дослідницької діяльності в складі колективу, залучення до наукової роботи у науково-дослідницьких інститутах, робота над дисертацією. Будь-яке наукове дослідження неможливе без експериментального підтвердження висновків та теорій, аналізу реальних зразків. Тому важливим є знання основних технологій та методів експериментальних досліджень, що застосовуються у сучасній фізиці, принципів роботи експериментального обладнання, режимів роботи та можливостей, які вони надають, методів аналізу інформації, одержаної експериментальним шляхом.

В результаті вивчення дисципліни «Методи експериментальних досліджень» студент буде знати:

- ✓ Фізичні засади оптичної мікроскопії, електронної мікроскопії, скануючої зондової мікроскопії. Переваги та обмеження різних методів та режимів роботи.
- ✓ Методи дослідження морфології поверхні зразків з нанометровою роздільною здатністю, дослідження фізичних властивостей поверхні у наномасштабі, методи керування структурою поверхні у наномасштабі.
- ✓ Методи дослідження діелектричних (ємнісних) властивостей зразків, вимірювання поверхневого потенціалу, методи дослідження локальних магнітних властивостей зразків, доменної структури на субмікронному рівні
- ✓ Методи дослідження елементарного складу поверхневих шарів зразка, дослідження розподілу електронної густини
- ✓ Фізичні засади та методики застосування різних видів спектральних досліджень, класифікацію спектральних областей.
- ✓ Сучасні тенденції у фізиці твердого тіла та новітні методи досліджень на основі роботи зі статтями бази Scopus.

Метою вивчення дисципліни є ознайомлення студентів з сучасними методами експериментальних досліджень у фізиці, що застосовуються у лабораторіях науково-дослідних інститутів, з можливостями та областями застосування різних експериментальних методів; формування у майбутніх фахівців розуміння фізичних засад різних методів експериментальних досліджень та уміння використовувати отримані знання при плануванні та проведенні наукових експериментів, при аналізі експериментальних даних та розумінні інформації щодо структури та властивостей твердих тіл.

Предметом вивчення даної дисципліни є методи експериментальних досліджень у фізиці твердого тіла, фізичні засади роботи сучасного науково-дослідницького обладнання, сучасні методи вивчення нанооб'єктів, низькорозмірних систем, методи дослідження структури, складу та властивостей твердих тіл, методи модифікації твердих тіл з метою надання їм необхідних властивостей, методи контролю і діагностики властивостей твердих тіл.

В результаті вивчення дисципліни студент набуде наступні компетентності, знання та навички (згідно до освітньої програми):

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетентності:

ФК5. Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та/або астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також самостійно опановувати знання і навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики та/або астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Вміти використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики та/або астрономії для розв'язання складних задач і практичних проблем.

ПРН2. Вміти проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та/або астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.

ПРН8. Презентувати результати досліджень у формі доповідей на семінарах, конференціях тощо, здійснювати професійний письмовий опис наукового дослідження, враховуючи вимоги, мету та цільову аудиторію.

ПРН9. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємодіючи спілкуючись із колегами.

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

Передумовою для вивчення дисципліни є наявність ступеня бакалавра фізики. Дисципліна базується на знаннях фізики твердого тіла, електрики та магнетизму, оптики, атомної та ядерної фізики, фізики напівпровідників, діелектриків, сегнетоелектриків, металів, магнетиків, вищої математики та методів математичного моделювання, що викладаються під час навчання на 1 – 4 курсах. Необхідним також є базовий рівень володіння англійською мовою.

В структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою результати вивчення дисципліни використовуються для науково-дослідної практики, що передбачає проведення власного наукового дослідження та оформлення його результатів у вигляді дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин/ 5 кредитів ECTS.

Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять					Семестрова атестація
	<i>кредитів</i>	<i>годин</i>	<i>Лекції</i>	<i>Практичні (семінарські) заняття</i>	<i>Індивідуальні заняття</i>	<i>Контр. (мод.) роб.</i>	<i>СРС</i>	
Денна	5	150	30	14		4	106	екзамен

Дисципліна «Методи експериментальних досліджень» включає наступні теми:

Тема 1. Загальні принципи наукового дослідження. Сучасні експериментальні методи досліджень у галузях фізики.

Тема 2. Мікроскопічні методи дослідження. Типи мікроскопів. Дифракційна межа.

Тема 3. Електронна мікроскопія Трансмісійний (Просвічуючий) електронний мікроскоп. Скануючий (растровий) електронний мікроскоп (SEM).

Тема 4. Скануюча зондова мікроскопія. Скануюча тунельна мікроскопія (STM). Атомно-силова мікроскопія (AFM). Електронно-силова мікроскопія (EFM). П'єзоелектрична силова мікроскопія (PFM). Магнітно-силова мікроскопія (MFM). Близньопольна оптична мікроскопія (NSOM). Безапертурна близньопольна оптична мікроскопія (s-SNOM).

Тема 5. Спектроскопічні методи дослідження. Основи молекулярної спектроскопії. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу (ЯМР) та електронного парамагнітного резонансу (ЕПР). Мікрохвильова спектроскопія. Інфрачервона спектроскопія. Фур'є-спектроскопія. Спектри люмінесценції. Спектроскопія комбінаційного розсіювання світла. Поверхнево підсилене комбінаційне розсіювання.

Тема 6. Оже-електронна спектроскопія.

Тема 7. Методи та засоби астрономічних досліджень.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Методи експериментальних досліджень. Мікроскопія. Курс лекцій : навчальний посібник / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М. В. Чурсанова, М. О. Голяtkіна, І. В. Лінчевський. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 164 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/69710>
2. МЕТОДИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ / ТДАТУ, Самойчук К.О., Верхоланцева В.О., 2021 рік [електронний навчальний посібник] Режим доступу: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_12/index.html
3. Бруханський Р. Ф. Методологія наукових досліджень: навч. посіб. / Р.Ф. Бруханський – Тернопіль : Осадца Ю.В., 2022. – 208 с. <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/45204>
4. Поп М.М., Біланич В.С. Фізика та технології наноструктур: навчальний посібник. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2024. 104 с. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/58149>
5. Сусліков Л. М., Дьордяй В. С. Фізика і технологія наноматеріалів : навчальний посібник для студентів фізико-технічних спеціальностей. / рец. : П. П. Пуга, І. І. Небола. – Ужгород : Видавництво «Говерла», 2023. – 437 с. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/56783>
6. Методи дослідження структури тонких плівок : підручник / Р. В. Зайцев [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Бровін О. В., 2021. – 320 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/53807>
7. Гапochenко С. Д. Основи спектрального аналізу : навч.-метод. посібник / С. Д. Гапochenко, Т. М. Шелест, С. С. Кривоніс ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – 68 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/76344>

Додаткова література:

1. Важинський С.Е., Щербак Т.І. Методика та організація наукових досліджень : Навч. посіб. / С. Е. Важинський, Т.І. Щербак. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с.
2. Методи та засоби мікроскопії: монографія / В. С. Антонюк, Г. С. Тимчик, Ю. Ю. Бондаренко та ін. - Київ: НТТУ КПІ, 2013. - 333 с. : 153 іл.
3. Горячко А. М., Кулик С. П., Прокопенко О. В. Основи скануючої зондової мікроскопії та спектроскопії (Частина 1): Навчальний посібник. – К.: Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2011. – 133 с. http://rex.knu.ua/wp/wp-content/uploads/2017/10/Gorjachko_et al_Osnovi_SZM_part1.pdf
4. Горячко А. М., Кулик С. П., Прокопенко О. В. Основи скануючої зондової мікроскопії та спектроскопії (Частина 2): Навчальний посібник / за ред. С.П. Кулика та О.В. Прокопенка. – К.: Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2012. – 170с. http://rex.knu.ua/wp/wp-content/uploads/2017/10/Gorjachko_et al_Osnovi_SZM_part2.pdf
5. Тузяк О.Я., Курляк В.Ю. Основи електронної та зондової мікроскопії Навч. посібник, Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 296 с.
6. Капустяник В. Б., Мокрий В. І. Прикладна спектроскопія: Навчальний посібник / Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 302 с.
7. Mironov, Victor. (2014). Fundamentals of Scanning Probe Microscopy. The textbook for students of the senior courses of higher educational institutions / The RAS Institute for physics of microstructures, Nizhniy Novgorod, <https://www.researchgate.net/publication/317042630>
8. Bert Voigtländer (2015) Scanning Probe Microscopy / Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015 XV, 382p. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-45240-0>
9. Kannan, M.. (2018). Scanning Electron Microscopy: Principle, Components and Applications. A Textbook on Fundamentals and Applications of Nanotechnology, pp 81-92.
10. Поплавко Ю. М. П Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. / Ю. М. Поплавко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 1: Структура, квазічастинки, метали, магнетики. – 415 с.
11. Поплавко Ю. М. П Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. / Ю. М. Поплавко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 2: Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи. – 379 с.
12. Transmission Electron Microscopy – A Textbook for Materials Science, 2nd Ed. D.B. Williams and C.B. Carter, Springer, New York, 2009
13. Ul-Hamid, Anwar. (2018). A Beginners' Guide to Scanning Electron Microscopy. [10.1007/978-3-319-98482-7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-98482-7).
14. *SCANNING PROBE MICROSCOPY by Ernst Meyer / SPRINGER (01 June. 2021) - 322p.*
15. Фізичні основи спектроскопії ЯМР http://iht.univ.kiev.ua/virtual-lab/chem/phys-met-chem-comp/story_content/external_files/theory_nmr.pdf
16. Larkin P. J. Infrared and raman spectroscopy: principles and spectral interpretation. — Elsevier, 2011. — 230 p. — ISBN 978-0-12-386984-5.

- 17.Строїтелева Н.І., Кісельов Є.М. Фізика твердого тіла. Навчальний посібник – ЗДІА, Запоріжжя, 2018. – 145 с.
- 18.Данильченко С. М. Д Рентгенодифракційні методи дослідження кристалічних матеріалів: навчальний посібник / С.М. Данильченко, В. М. Кузнецов, І. Ю. Проценко.- Суми: Сумський державний університет, 2019.-135 с.
- 19.Nikolaienko, Dmytro, Tetiana Filimonchuk, and Halyna Maistrenko. "Модель обробки спектральних даних астрономічних об'єктів." Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць 2.76 (2024): 135-137.
<https://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/3368>
- 20.Шолохов, С. М. Теоретичні основи планування експерименту та обробки експериментальних даних: навч. посіб. для здобувачів ступеня доктор філософії / С. М. Шолохов, І. І. Самборський, Ю. О. Головін ; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,41 Мбайт). – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 159 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/64926>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться студент – суб'єкт навчання і майбутній науковець.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Тема1. Загальні принципи наукового дослідження. Фізичні методи досліджень. Поняття наукового дослідження. Предмет і об'єкт дослідження. Мета і завдання дослідження. Сутність та методика експерименту. Методика планування експериментальних досліджень. Класифікація експериментів. Етапи підготовки наукового експерименту. Апроксимація результатів експериментальних досліджень. Аналіз результатів експериментальних досліджень. Фізичні методи досліджень, їх класифікація, інформаційні можливості. Сучасний стан та перспективи. Експериментальні дослідження у фізиці твердого тіла.
2	Тема 2. Мікроскопічні методи дослідження. Типи мікроскопів. Дифракційна межа. Історія створення мікроскопа, типи мікроскопів. Дифракційна межа для оптичної мікроскопії. Темнопольна оптична мікроскопія. Флуоресцентна мікроскопія. Конфокальна мікроскопія. Рентгенівська мікроскопія

3	Тема 3. Електронна мікроскопія Фізичні засади електронної мікроскопії. Хвильові властивості мікрочастинок. Будова та принцип роботи електронного мікроскопа. Електромагнітні лінзи. Трансмісійний (Просвічуючий) електронний мікроскоп. Вимоги до підготовки зразків для ТЕМ. Застосування ТЕМ.
4	Скануючий (растровий) електронний мікроскоп (SEM). Будова та принцип роботи SEM. Взаємодія електронного пучка з поверхнею зразка. Основні типи сигналів, які генеруються і детектуються в процесі роботи SEM. Вторинні електрони. Сцинтиляційний детектор. Вимоги до підготовки зразків для SEM. Застосування SEM. Режим змінного вакууму.
5	Тема 4. Скануюча зондова мікроскопія Скануюча тунельна мікроскопія (STM). Теоретичні основи процесу одновимірного тунелювання, хвильові властивості електронів. Тунельний струм. Ефекти густини електронних станів у скануючій тунельній мікроскопії. Будова та основні принципи роботи скануючого тунельного мікроскопу (СТМ, або STM). П'єзоелектричний привод. Режими роботи STM. Вимоги до підготовки зразків для STM. Технічні можливості та області застосування STM.
6	Атомно-силова мікроскопія (AFM). Атомно-силовий мікроскоп (АСМ, або AFM). Основні фізичні принципи роботи АСМ. Ван-дер-Ваальсівські сили, що діють між вістрям зонда та зразком. Потенціал Леннарда-Джонса, режими дальньої та ближньої дії. Будова та основні принципи роботи AFM. Оптична система AFM. Режими роботи AFM. Контактна та безконтактна методика AFM. Коливальна методика AFM. Вимоги до підготовки зразків для AFM. Технічні можливості та області застосування AFM.
7	Електронно-силова мікроскопія (EFM). Електро-силовий мікроскоп (ЕСМ, або EFM). Електрична взаємодія між зондом і зразком. Ємнісна спектроскопія. Принципи та режими роботи EFM. Дослідження локальних діелектричних властивостей приповерхневих шарів зразка. Вимірювання поверхневого потенціалу (метод Кельвіна). Технічні можливості та області застосування EFM. П'єзоелектрична силова мікроскопія (PFM). Зворотний п'єзоелектричний ефект (електрострикція). Дослідження і маніпулювання п'єзоелектричними/ фероелектричними доменами в матеріалі. Технічні можливості та області застосування PFM.
8	Магнітно-силова мікроскопія (MFM).

	Магнітно-силовий мікроскоп (МСМ, або MFM). Сили магнітної взаємодії між зондом і зразком. Дослідження і маніпулювання магнітними доменами в матеріалі. Будова та принципи роботи MFM. Режими роботи MFM в залежності від рельєфу поверхні зразка. Квазістатична методика MFM. Коливальна методика MFM. Технічні можливості та області застосування MFM.
9	Ближньопольна оптична мікроскопія (NSOM - Near-field scanning optical microscopy) Ближньопольний оптичний мікроскоп (БОМ). Явище проходження світла через субхвильові діафрагми. Область «ближнього поля». Взаємодія еванесцентних мод з поверхнею зразка. Будова та принципи роботи БОМ. Можливі конфігурації ближньопольового оптичного мікроскопа. Безапертурна ближньопольна оптична мікроскопія (s-SNOM, scattering-type Scanning Near-field Optical Microscopy). Технічні можливості та області застосування БОМ.
10	Тема 5. Спектроскопічні методи дослідження. Основи молекулярної спектроскопії. Взаємодія речовин з електромагнітним випромінюванням. Обертальні, коливальні та електронні енергетичні стани молекул. Характеристики спектральних областей. Области застосування молекулярної спектроскопії.
11	Спектроскопія ядерного магнітного резонансу (ЯМР) та електронного парамагнітного резонансу (ЕПР).
12	Мікрохвильова спектроскопія. Інфрачервона спектроскопія. Правила відбору. Фур'є-спектроскопія. Спектри люмінесценції. Центри світіння. Резонансна люмінесценція. Термостимульована люмінесценція.
13	Спектроскопія комбінаційного розсіювання світла. Явище поверхневого підсилення у спектроскопії. Поверхневі плазмони, методи їх збудження. Поняття локалізованих плазмонів. Мікроскоп на поверхневих плазмонах. Надчутливі сенсори, засновані на поверхневому плазмонному резонансі. Поверхнево підсилене комбінаційне розсіювання (SERS - Surface-Enhanced Raman Scattering).
14	Тема 6. Оже-електронна спектроскопія Фізичні засади Оже-електронної спектроскопії (AES – Auger electron spectroscopy). Область взаємодії бомбардуючих електронів з речовиною. Оже-ефект. Реєстрація Оже-електронів. Будова та принципи роботи Оже-спектрометра. Застосування Оже-спектроскопії.

15	Тема 7. Методи та засоби астрономічних досліджень. Телескопи. Спектроскопія у дослідженні космічних об'єктів.
----	---

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Знайомство з сучасними методами експериментальних досліджень, їхніми можливостями та областями застосування Virtual Lab: SCIENTIFIC INSTRUMENTS https://wecanfigurethisout.org/VL/home.htm/state/scientific_instruments
2	Знайомство з методами електронної мікроскопії. Особливості вимог до підготовки зразків. Приклади аналізу TEM та SEM знімків. Virtual Lab: Scanning Electron Microscope (SEM) https://wecanfigurethisout.org/VL/SEM.htm
3	Знайомство з засадами скануючої зондової мікроскопії. Virtual Lab: Scanning Probe Microscopes https://wecanfigurethisout.org/VL/SPM_operation.htm
4	Знайомство з методами скануючої тунельної мікроскопії. Приклади аналізу STM- знімків. Virtual Lab: Scanning Tunneling Microscope (STM) https://www.wecanfigurethisout.org/VL/easyScan_STM.htm
5	Знайомство з конструкцією та системою керування скануючим зондовим мікроскопом. П'єзоелектричний привод. Virtual Lab: SPM Piezoelectric Crystals https://wecanfigurethisout.org/VL/SPM_piezoelectric.htm
6	Знайомство з методами атомно-силової мікроскопії. Приклади аналізу AFM-, EFM- та MFM- знімків Virtual Lab: Atomic Force Microscope (AFM) https://www.wecanfigurethisout.org/VL/easyScan_AFM.htm
7	Знайомство з методами ближньопольової оптичної мікроскопії. Приклади аналізу БОМ-знімків Virtual Lab: Near-field scanning optical microscopy (NSOM) https://www.olympus-lifescience.com/en/microscope-resource/primer/java/nearfield/nsomscan/

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота для студентів-магістрантів є одним з важливих засобів засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час, що передбачає вміння відшукувати, аналізувати та узагальнювати наукову інформацію, відслідковувати найновіші досягнення, працювати з науковими базами даних, оцінювати та критично аналізувати отриману інформацію та дані.

Самостійна робота включає:

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	56
2	Підготовка до МКР	15
3	Підготовка до ДКР	15
4	Підготовка до екзамену	20

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- - правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.
- - правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- - політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;
- - політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <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, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Методи експериментальних досліджень»;
- політика використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/polityka-vykorystannia-shtuchnogo-intelektu_2023.pdf . В університеті визнається академічно нечесним такі способи використання моделей ШІ, які порушують принципи доброчесності та етики досліджень, наприклад:
 - Видання тексту, згенерованого ШІ або перефразованого ШІ вмісту інших джерел, за власну роботу. Використання ШІ для автоматичної генерації текстів або перефразування наявного контенту без належного вказання джерел порушує принципи авторства та вважається плагіатом.

- Переопрацювання III власної статті автора з метою повторного видання як нової статті. Використання III для перетворення вже опублікованої роботи автора з метою створення вигляду нової публікації порушує Кодекс честі університету та самоідентифікацію в науковій роботі.
- Створення неправдивих даних і представлення їх як підтвердження власних досліджень (фабрикація даних). Генерація III неправдивих даних та їх використання як підстави для наукових висновків є серйозним порушенням академічної доброчесності та може викликати негативні наслідки для якості досліджень та репутації дослідника.
- - при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача;
- результати навчання, отримані в рамках *інформальної/неформальної освіти*, враховуються відповідно до балів, вказаних у сертифікаті, після отримання допуску до екзамену.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: опитування за темою заняття, виступи з доповіддю, МКР, ДКР.
 Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
 Семестровий контроль: екзамен.

На першому занятті студенти ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі «Положення про систему оцінювання результатів навчання», https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf

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

Стартова складова (навчальна робота у семестрі)

1. – виступи на практичних заняттях;
2. - модульну контрольну роботу;
3. – домашню контрольну роботу;

Екзаменаційна складова

4. - відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Стартова складова

1) Практичні заняття. Ваговий коефіцієнт дорівнює 2. Максимальна кількість балів, які може отримати студент на практичних заняттях становить $7 \times 2 = 14$ балів. Нарахування балів на одному практичному занятті:

- відмінні відповіді 2 балів;
- дуже добрі, добрі відповіді 1,5 бали;
- задовільні, достатні відповіді 1 бали.

2) Модульна контрольна робота (МКР). Ваговий коефіцієнт дорівнює **16** балів. Максимальна кількість балів за контрольну роботу становить $1 \times 16 = 16$ балів. Нарахування балів за контрольну роботу:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 15-16 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) 12-14 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) 9-11 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.

3) Домашня контрольна робота (ДКР). Ваговий коефіцієнт дорівнює **10** балів. Максимальна кількість балів за контрольну роботу становить $1 \times 10 = 10$ балів. Нарахування балів за контрольну роботу:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) 8-9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) 6-7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.

Заохочувальні бали:

Заохочувальні бали можна заробити лише протягом навчального семестру.

- за підготовку протягом поточного семестру тез та участь у всеукраїнській/міжнародній студентській конференції за темою сучасних методів експериментальних досліджень у фізиці студент отримує +5 балів (при цьому робота має бути оригінальною, раніше не опублікованою та написаною з дотриманням принципів академічної доброчесності та етики використання штучного інтелекту);
- за підготовку протягом поточного семестру та публікацію дослідницької/оглядової статті у фаховому журналі за темою сучасних методів експериментальних досліджень у фізиці студент отримує +10 балів (при цьому робота має бути оригінальною, раніше не опублікованою та написаною з дотриманням принципів

академічної доброчесності та етики використання штучного інтелекту).

Заохочувальні бали враховуються тільки на екзамені після отримання допуску. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів згідно з Положенням про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського <https://osvita.kpi.ua/node/37>

У разі

- порушення принципів академічної доброчесності: бали за роботу, при здачі якої виявлені порушення принципів академічної доброчесності, анулюються;
- порушення принципів етики та доброчесності використання штучного інтелекту: бали за роботу анулюються.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$R_c = 14 + 16 + 10 = 40$ балів

Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менше 60% від **R_c** , тобто **24 бали**.

Екзаменаційна складова шкали дорівнює: **$R_e = 60$ балів**

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$R = 40 + 60 = 100$ балів.

3). Екзамен. Критерії оцінювання. Завдання містить два теоретичні питання, кожне з яких оцінюється у 30 балів. Всього $2 \times 30 = 60$ балів.

Нарахування балів за екзаменаційну відповідь:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 55-60 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) 45-54 балів;
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) 36-44 балів;
- незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. Типи мікроскопів. Оптичні мікроскопи

2. Дифракційна межа в мікроскопії. Способи подолання обмежень дифракційної межі
3. Темнопольна оптична мікроскопія
4. Конфокальна мікроскопія
5. Рентгенівська мікроскопія
6. Електронна мікроскопія. Хвильові властивості мікрочастинок.
7. Трансмісійний електронний мікроскоп.
8. Скануючий електронний мікроскоп
9. Взаємодія електронного пучка з поверхнею зразка.
10. Скануюча тунельна мікроскопія. Тунельний струм
11. Атомно-силова мікроскопія
12. Ван-дер-Ваальсівські сили. Потенціал Леннарда-Джонса.
13. Електронно-силова мікроскопія
14. П'єзоелектрична силова мікроскопія
15. Магнітно-силова мікроскопія
16. Ближньопольна оптична мікроскопія
17. Безапертурна ближньопольна оптична мікроскопія
18. Основи молекулярної спектроскопії. Спектральні області.
19. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу
20. Мікрохвильова спектроскопія.
21. Інфрачервона спектроскопія.
22. Фур'є-спектроскопія.
23. Люмінесценція
24. Спектроскопія комбінаційного розсіювання світла.
25. Поверхнево підсилене комбінаційне розсіювання.
26. Оже-електронна спектроскопія
27. Методи та засоби астрономічних досліджень

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 ВІД 01.10.2020 Р. «Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті».

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри Загальної фізики та моделювання фізичних процесів, к.ф.-м.н., Чурсанова Марина Валеріївна

Ухвалено: кафедрою загальної фізики та моделювання фізичних процесів (протокол № 06-26 від 24.06.26)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 11 від 26.06.26)