

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА**



Фізико-технічний факультет

Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій

**СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МАГНІТНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОМАТЕРІАЛІВ**

Галузь знань

10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від “28 серпня 2023 р.

Івано-Франківськ
2023

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Опис дисципліни
3. Структура курсу
4. Система оцінювання курсу
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу
6. Ресурсне забезпечення
7. Контактна інформація
8. Політика навчальної дисципліни

Загальна інформація

Назва дисципліни	Магнітні властивості наноматеріалів
Освітня програма	
Спеціалізація (за наявності)	
Спеціальність	
Галузь знань	10 Природничі науки
Освітній рівень	Магістр
Статус дисципліни	Вибіркова
Курс / семестр	
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	Лекції – 14 год. Лабораторні роботи – 16 год. Самостійна робота – 60 год.
Мова викладання	Українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pnu.edu.ua/index.php?

1. Опис дисципліни

Мета та цілі курсу (в межах мети на цілей ОП)

Метою курсу є ознайомлення студентів з основними видами магнітних нанорозмірних матеріалів, з основними ідеями і методами сучасної фізики магнетизму та наномагнетизму; вивчення умов, критеріїв існування магнітних властивостей ультрадисперсних речовин та областей їх застосування. Також курс дозволяє студентам підвищити фундаментальну підготовку та вдосконалити компетентності щодо системного бачення законів природи, місця науки у сучасному світі, організації науково-дослідної роботи, а саме у використанні методів і методик наукового дослідження, що стосується магнетизму наносистем; компетентності в роботі з науковою літературою й інформаційними ресурсами, необхідними при проведенні досліджень.

Компетентності

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК02. Знання та розуміння Предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК04. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК05. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

СК01. Здатність використовувати закони та принципи фізики та/або астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.

СК02. Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики та/або астрономії.

СК04. Здатність комунікувати із колегами усно і письмово державною та англійською мовами щодо наукових досягнень та результатів досліджень в області фізики та/або астрономії.

СК05. Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та 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.

СК08. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в області фізики та астрономії, вибирати відповідні методи для їх розв'язання, беручи до уваги наявні ресурси.

Програмні результати навчання

РН02. Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.

РН05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.

РН09. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємокорисно спілкуючись із колегами.

РН11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та/або астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.

2. Структура курсу

№	Тема	Результати навчання	Завдання
1	<p>Магнітні властивості речовини.</p> <p>Магнітні моменти електронів і атомів.</p> <p>Орбітальний магнітний момент електрона.</p> <p>Спіновий магнітний момент електрона.</p> <p>Проекція спінового магнітного моменту електрона Орбітальний магнітний момент атома.</p> <p>Атом в магнітному полі.</p> <p>Ларморівська прецесія.</p> <p>Теорема Лармора</p>	<p>Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.</p> <p>Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.</p> <p>Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємодіючи спілкуючись із колегами.</p>	Тестові завдання, лабораторна робота
2	<p>Магнетики. Макроструми і мікроструми. Магнітне поле в речовині.</p> <p>Намагніченість. Магнітне поле в речовині. Закон повного струму. Магнітне поле в речовині. Магнітна проникність. Порівняння магнітного і електричного полів. Мікромагнетизм.</p> <p>Речовина в магнітному полі</p>	<p>Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.</p> <p>Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.</p>	Тестові завдання, лабораторна робота
3	<p>Магнетики. Діамагнетизм-причини виникнення.</p> <p>Діамагнетизм.</p> <p>Порівняльний аналіз.</p> <p>Парамагнетизм.</p> <p>Феромагнетизм.</p> <p>Температура Кюрі. Петля гістерезису.</p> <p>Намагніченість насичення.</p> <p>Енергія кристала. Ефект Баркгаузена. Типи феромагнетитного впорядкування.</p>	<p>Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.</p> <p>Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.</p>	Тестові завдання, лабораторна робота
4	<p>Механізми виникнення діа- та парамагнітних властивостей. Сильний та слабкий магнетизм</p> <p>Ларморівський діамагнетизм Типи діамагнетизму Аналіз причин парамагнітних властивостей</p>	<p>Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.</p> <p>Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємодіючи спілкуючись із колегами.</p>	Тестові завдання, лабораторна робота

5	<p>Магнітні моменти атомів Магнітні моменти іонів 4f-метали (лантаноїди) 3d- та 4f-метали – порівняння Температурна залежність магнітної сприйнятливості парамагнетиків Парамагнетизм-Механізм Паулі Температурна</p>	<p>Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємодіючи спілкуючись із колегами.</p>	<p>Тестові завдання, лабораторна робота</p>
6	<p>Кінетичні ефекти у магнітних полях. Гальваномагнітні ефекти. Парні та непарні гальваномагнітні ефекти Ефект Хола Класичний ефект Хола Квантовий ефект Хола Рівні Ландау Магнітоопір Магнітоопір. Феноменологічна модель Коефіцієнт магнітоопору</p>	<p>Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємодіючи спілкуючись із колегами.</p>	<p>Тестові завдання, лабораторна робота</p>
7	<p>Поперечний гальванотермомагнітний ефект (ефект Еттінгсгаузена) Поздовжній гальванотермомагнітний ефект (ефект Нернста) Ефект звуження плазмового шнура (пінч- ефект) Термомагнітні ефекти Ефект Томсона Поперечний ефект Нернста–Еттінгсгаузена Поздовжній ефект Нернста–Еттінгсгаузена Ефект Рігі–Ледюка Ефект Маджі–Рігі–Ледюка</p>	<p>Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємодіючи спілкуючись із колегами.</p>	<p>Тестові завдання, лабораторна робота</p>
8	<p>Магнітооптичні ефекти Фотоелектромагнітний ефект (Кікоїна–Носкова) Магнітооптичний ефект Фарадея Подвійне променезаломлення</p>	<p>Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємодіючи спілкуючись із колегами. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та/або астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.</p>	<p>Тестові завдання, лабораторна робота</p>

9	<p>Магнітні моменти ядер Ядерний магнітний резонанс ЯМР-спектроскопія. Основні принципи Електронний парамагнітний резонанс Циклотронний резонанс Циклотронний резонанс у металах</p>	<p>Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємокорисно спілкуючись із колегами. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та/або астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.</p>	<p>Тестові завдання, лабораторна робота</p>
10	<p>Магнетики з далеким магнітним порядком. Коленіарний та неколеніарний феромагнетизм Обмінна та диполь-дипольна взаємодія Обмінний інтеграл Обертання спінів. Доменні стінки Крива намагнічування феромагнетиків Магніострикція Магнітокалоричний ефект. Антиферомагнетизм Феримагнетизм</p>	<p>Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємокорисно спілкуючись із колегами. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та/або астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.</p>	<p>Тестові завдання, лабораторна робота</p>
11	<p>Ідея ефекту Месбауера Резонансне поглинання без віддачі Ядерні переходи Месбауерівські елементи Схема експерименту Надтонкі взаємодії Хімічний (ізомерний) зсув Квадрупольне розщеплення Магнітні надтонкі взаємодії ⁵⁷Fe Магнони</p>	<p>Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємокорисно спілкуючись із колегами. Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.</p>	<p>Тестові завдання, лабораторна робота</p>
12	<p>Магнітні наноматеріали Магнітна рідина Суперпарамагнетизм Гіпертермія Спінова електроніка Тунельний магнітоопір Спіновий клапан Спін-поляризаційний струм Пам'ять на магнітоопорі Спіновий польовий транзистор Спін-вентильний транзистор</p>	<p>Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.</p>	<p>Тестові завдання, лабораторна робота</p>

3. Система оцінювання курсу

Накопичування балів під час вивчення дисципліни	
Види навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Лекція	10
Лабораторні роботи	70
Самостійна робота	10
Індивідуальне завдання	0
Залік	10
Максимальна кількість балів	100

5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу


Види навчальної роботи	Навчальні тижні															Разом	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Лекції	1		1		2		2		2		2						10
Лабораторні р-ти		10		10		10		10		10		10	10				70
Самостійна р-та														10			10
Індивідуальні завдання																	0
Залік															10		10
Всього за тиж-нь	1	10	1	10	2	10	2	10	2	10	2	10	10	10	10		100

Примітка: не рекомендується на один тиждень планувати кілька форм контролю.

6. Ресурсне забезпечення

Матеріально-технічне забезпечення	Мультимедіа забезпечення, науково-навчальні лабораторії
<p>Література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. Hubert and R. Schafer, Magnetic domains: the analysis of magnetic microstructures, Springer-Verlag, 2000. 2. A. Aharoni, Introduction to the theory of Ferromagnetism, Oxford University Press, 1996. 3. О. В. Третьяк, В. А. Львов, О. В. Барабанов, Фізичні основи спінової електроніки, К., 2002. 4. Д. Д. Шека, Основи магнетизму: Методичний посібник для студентів – К.: КНУ, 2012, 74 с. 5. Denny D. Tang, Yuan-Jen Lee, "Magnetic Memory: Fundamentals and Technology", Cambridge University Press, 2010 6. Alberto P. Guimaraes, "Principles of Nanomagnetism", Series: NanoScience and Technology, Springer, 2009. 7. Sellmyer, D., Skomski, R. Advanced Magnetic Nanostructures, Springer, 2006. 8. N.A. Spaldin. Magnetic Materials: Fundamentals and Applications. Cambridge, Cambridge University Press, 2011. 274 p. 9. А.П. Шпак, Ю.А. Куницький, М.І. Захаренко, А.С. Волощенко. Магнетизм аморфних та нанокристалічних систем. Київ: Академперіодика, 2003 208 с. 10. A.P. Guimaraes. Principles of Nanomagnetism. – Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2008. – 222 p. 	

7. Контактна інформація

Кафедра	https://kmint.pnu.edu.ua/
Викладач (і) Гостьові лектори	Коцюбинський Володимир Олегович доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри матеріалознавства і
Контактна інформація викладача	 Volodymyr.kotsuybynsky@pnu.edu.ua

8. Політика навчальної дисципліни

Академічна доброчесність	<p>Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, що регламентують діяльність здобувачів вищої освіти та викладачів університету:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Кодекс честі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Наказ №530 від 27.09.2022 р. “Про введення в дію нової редакції Кодексу честі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника” ✓ Положення про запобігання академічному плагіату та іншим порушенням академічної доброчесності у навчальній та науково дослідній роботі студентів Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника . ✓ Положення про Комісію з питань етики та академічної доброчесності Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника ✓ Положення про запобігання академічному плагіату у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника . ✓ Склад комісії з питань етики та академічної доброчесності Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника . ✓ Лист МОН України “До питання уникнення проблем і помилок у практиках забезпечення академічної доброчесності”. <p>Ознайомитися з даними положеннями та документами можна за посиланням: https://pnu.edu.ua/polozhennia-pro-zapobihannia-plahiatu/</p>
Пропуски занять (відпрацювання)	<p>Можливість і порядок відпрацювання пропущених студентом занять регламентується Порядком організації та проведення оцінювання успішності здобувачів вищої освіти Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (наказом ректора Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника від 19 травня 2023 р. № 309) (https://nmv.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/118/2023/05/otzinnuvannja-uspishnosti.pdf)</p> <p>Ознайомитися з положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
Виконання завдання пізніше	У разі виконання завдання студентом пізніше встановленого терміну, без попереднього узгодження

встановленого терміну	<p>ситуації з викладачем, оцінка за завдання - «незадовільно», відповідно до Порядку організації та проведення оцінювання успішності здобувачів вищої освіти Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (наказом ректора Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника від 19 травня 2023 р. № 309) (https://nmv.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/118/2023/05/otzinnuvannja-uspishnosti.pdf)</p> <p>Ознайомитися з положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
Невідповідна поведінка під час заняття	<p>Невідповідна поведінка під час заняття регламентується рядом положень про академічну доброчесність (див. вище) та може призвести до відрахування здобувача вищої освіти (студента) «за порушення навчальної дисципліни і правил внутрішнього розпорядку вищого закладу освіти», відповідно до п.14 «Відрахування студентів» «Положення про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів вищих закладів освіти» - ознайомитися із положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні документи/polozhenja/</p>
Додаткові бали	<p>Отримання додаткових балів за дисципліною можливе в разі виконання індивідуальних завдань, попередньо узгоджених з викладачем. Перелік індивідуальних завдань міститься у навчальній програмі до курсу.</p> <p>Також за рішенням кафедри студентам, які брали участь у науково-дослідній роботі (роботі конференцій, студентських наукових гуртків та проблемних груп, підготовці публікацій), а також були учасниками олімпіад, конкурсів, можуть присуджуватися додаткові бали відповідності Порядку організації та проведення оцінювання успішності здобувачів вищої освіти Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (наказом ректора Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника від 19 травня 2023 р. № 309) (https://nmv.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/118/2023/05/otzinnuvannja-uspishnosti.pdf)</p> <p>Ознайомитися з положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
Неформальна освіта	<p>Можливість зарахування результатів неформальної освіти регламентується Положення про визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної освіти в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника (Редакція 3) (введено в дію наказом ректора № 672 від 24.11.2022 р.) https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні документи/polozhenja/</p>

Викладач

Володимир КОЦЮБІНСЬКИЙ