НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МАГНЕТИЗМУ ІМЕНІ В.Г. БАР'ЯХТАРА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
(ІМАГ НАН УКРАЇНИ)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор
ІМаг НАН України
член-кор. НАН України
_____ Олександр ТОВСТОЛИТКІН
«13» лютого 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (Силабус)

Н 4 Актуальні проблеми фізики магнітних явищ

(шифр та назва дисципліни)

для аспірантів

спеціальності 104 (Е5) Фізика та астрономія

третього освітнього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти – доктора філософії

Київ – 2025

Розробник:

Д-р фіз.-мат. наук _____Львов Віктор Анатолійович

(підпис)

Робочу програму узгоджено науково-методичною радою

Протокол від 23.07.2025р. № 1

Голова науково-методичної ради _____Ольга САЛЮК

(підпис)

Робочу програму затверджено Вченою радою ІМаг НАН України

Протокол від 24 липня 2025 № 8-25

Голова Вченої ради _____Олександр ТОВСТОЛИТКІН

(підпис)

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми (керівником освітньої програми): Фізика 25 липня 2025 р.

(назва освітньої програми)

Гарант освітньої програми_____Ігор ГЕРАСИМЧУК

(підпис)

Пролонговано Вченою радою ІМаг НАН України:

навчальні роки пролонгації	Голова Вченої ради ІМаг НАН України	підпис	№ протоколу, дата протоколу
2026 / 2027	Товстолиткін О.		6-26 04.06.2026
20___ / 20___			
20___ / 20___			
20___ / 20___			

Інститут магнетизму імені В.Г.Бар'яхтара
Національної академії наук України

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ МАГНІТНИХ ЯВИЩ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	**Третій (освітньо-науковий)**
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	104 Фізика та астрономія
Освітня програма	Фізика
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити: 120 годин (денна: 36 годин – лекції, 18 годин – практичні заняття, 66 годин – СРС)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен/МКР
Розклад занять	http://imag.kyiv.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.ф.м.н, професор Львов Віктор Анатолійович
Розміщення курсу	http://imag.kyiv.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Опис дисципліни. Програму навчальної дисципліни «Актуальні проблеми фізики магнітних явищ» складено відповідно до освітньо-наукової програми «Фізика» підготовки доктора філософії спеціальності 104 «Фізика та астрономія». В результаті вивчення дисципліни «Актуальні проблеми фізики магнітних явищ» аспірант повинен знати основні поняття магнетизму, актуальні напрямки її сучасного розвитку; вміти орієнтуватися в сучасних тенденціях розвитку магнетизму, перспективах практичного застосування сучасних розробок, встановлення взаємозв'язків між різними галузями.

Мета навчальної дисципліни. Метою навчальної вивчення дисципліни є формування у майбутніх фахівців стійких знань та розуміння основних понять, актуальних задач та тенденцій розвитку в галузі фізики магнетизму, уміння використовувати отриманні знання при подальших наукових дослідженнях, а також у своїй практичній діяльності.

Предмет навчальної дисципліни. Предметом вивчення даної дисципліни є основні тенденції розвитку сучасної фізики магнетизму, а, сучасні методи вивчення нанооб'єктів, низькорозмірних систем, методи модифікації твердих тіл з метою надання їм необхідних властивостей, методи контролю і діагностики властивостей твердих тіл.

Програмні результати навчання:
Компетентності:
ЗК01. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)
СК01. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері фізики та/або астрономії, інтегрувати знання з різних галузей, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.
СК02. Здатність відстежувати тенденції розвитку фізики та/або астрономії, їх прикладних застосувань, критично переосмислювати наявні знання та методи фундаментальних та прикладних наукових досліджень.
СК06. Здатність застосовувати сучасні методи, методики, технології, інструменти та обладнання для проведення прикладних та фундаментальних наукових досліджень у галузі фізики та/або астрономії.
Результати навчання:
РН01. Мати сучасні концептуальні та методологічні знання з фізики та/або астрономії та дотичних до них міждисциплінарних напрямів, а також необхідні навички, достатні для проведення фундаментальних і прикладних наукових досліджень з метою отримання нових знань та/або здійснення розробок та інновацій.
РН02. Аналізувати та оцінювати стан і перспективи розвитку фізики та/або астрономії, а також дотичних міждисциплінарних напрямів.
РН04. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичних і експериментальних досліджень, математичного моделювання, комп'ютерного експерименту, а також наявні літературні дані.
РН05. Розробляти моделі процесів і систем у фізиці та/або астрономії та дотичних міждисциплінарних напрямах, використовувати їх у науково-дослідницькій діяльності для отримання нових знань та/або створення розробок та інноваційних продуктів.
РН07. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)
Пререквізити. Передумовою для вивчення дисципліни є наявність ступеня магістра фізики. Дисципліна базується на знаннях фізики твердого тіла, фізики напівпровідників, діелектриків, сегнетоелектриків, металів, магнетиків, методів експериментальних досліджень, вищої математики та методів математичного моделювання, що викладаються підчас навчання на 1 – 4 курсах та в магістратурі. Необхідним також є базовий рівень володіння англійською мовою.
Постреквізити. Навчальна дисципліна «Актуальні проблеми фізики магнітних явищ» є однією з основ формування наукової складової структурно-логічної схеми освітньої програми. Компетентності, знання, уміння та досвід, отримані в процесі вивчення дисципліни «Актуальні проблеми фізики магнітних явищ» використовуються при засвоєнні освітніх компонентів «Сучасні методи моделювання у фізиці магнітних явищ» та «Методи отримання та обробки даних в фізичних дослідженнях» і є необхідними для якісного виконання наукових досліджень за темою дисертації.
Зміст навчальної дисципліни
На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 годин/ 4 кредити ECTS.
Рекомендований розподіл навчального часу

Семестр	Всього (кредитів/ годин)	Розподіл за видами занять (годин)			СРС (годин)	Модульні контрольні роботи (кількість)	Індивідуальні завдання (вид)	Семестровий контроль (вид)
		Лекції	Практичні	Лабораторні				
2	4/120	36	18	-	66	1	–	екзамен

Дисципліна «Актуальні проблеми фізики магнітних явищ» включає наступні теми:
Тема 1. Класифікація речовин за магнітними властивостями. Діамагнетики, парамагнетики, феромагнетики, антиферомагнетики.
Тема 2. Магнітні властивості надпровідників
Тема 3. Феноменологічний опис феромагнетиків.
Тема 4. Доменні структури на мікро- і нано- рівнях.
Тема 5. Спінова динаміка феромагнетиків.
Тема 6. Спінова динаміка кристалічних антиферомагнітних та синтетичних антиферомагнітних систем.
Тема 7. Магнітоактивні еластомери.

Навчальні матеріали та ресурси
Базова література.

1. *Mattis DC (1981) The Theory of Magnetism I, Springer-V. Berlin Heidelberg.*
2. *Akhiezer AI, Bar'yakhtar VG, Peletminskii SV (1968) Spin waves, North-Holl. Amsterdam*
3. *Л.Д Ландау, Е.М. Ліфшиць. Електродинаміка суцільних середовищ. Теоретична фізика. Т.8. М. «Наука»., 1982р., 624с.*
4. S.P. Kruchinin, Yu.I.Dzhezherya J. F. Annett. Interactions of nanoscale ferromagnetic granules in a London superconductor/ Supercjnductor Science and Technology.- **19** (2006) p.381-384.
5. Yu.I.Dzhezherya, I.Novak, S.P. Kruchinin. Orientational phase transitions of a lattice of magnetic dots embedded in a London-type superconductor// Supercond. Sci. Technol. **23,** (2010), (5p.).
6. J. H. Mentink, J. Hellsvik, D. V. Afanasiev, B. A. Ivanov, A. Kirilyuk, A. V. Kimel, O. Eriksson, M. I. Katsnelson, and Th. Rasing, Ultrafast spin dynamics in multi-sublattice magnets, Phys. Rev. Lett. **108**, 057202 (2012).
7. R. Khymyn, I. Lisenkov, V. Tyberkevych, B.A. Ivanov and A. Slavin, Antiferromagnetic THz-frequency Josephson-like Oscillator Driven by Spin Current, Sci. Rep. **7**, 43705 (2017).
8. T. Satoh, R. Iida, T. Higuchi, Y. Fujii, A. Koreeda, H. Ueda, T. Shimura, K. Kuroda, V. I. Butrim & B. A. Ivanov, Excitation of coupled spin–orbit dynamics in cobalt oxide by femtosecond laser pulses, Nature Commun. 8, 638 (2017)
9. J.R. Hortensius, D. Afanasiev, M. Matthiesen, R. Leenders, R. Citro, A.V. Kimel, R.V. Mikhaylovskiy, B.A. Ivanov, and A.D. Caviglia, Coherent spin-wave transport in an antiferromagnet, Nature Phys. 17, Issue: 9, 1001-1006 (SEP 2021).
10. Вадим Шмидт. Введение в физику сверхпроводников Год издания: 1982 Издательство: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука".
11. АБРИКОСОВ А. А. Основы теории металлов: Учеб. руководство. — М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. — 520 с., ил. Изложена современная теория нормальных ...
12. B. C. Koop, Yu. I. Dzhezherya, K. Demishev, V. Yurchuk, D. C. Worledge, and V. Korenivski, ―Ðemonstration of bi-directional microwave-assisted magnetic reversal in synthetic ferrimagnets", Appl. Phys. Lett. 103, 142408 (2013).
13. Ю. И. Джежеря, В. А Юрчук, К.,О. Демишев, В. Н. Коренивский, ―Перемагничивание ячейки САФ импульсом магнитного поля, перпендикулярного базовой плоскости", ЖЭТФ 114(12), (2013).

14. Dzhezherya, Y. I., Kalita, V. M., Cherepov, S. V., Skirta, Y. B., Berezhnaya, L. V., Levchenko, G. G. Anomalous behavior of bending deformation induced by a magnetic field in a system of ferromagnetic stripes located on an elastomer.// Smart Materials and Structures 2019, 28(12),
15. Liedienov N.A., Kalita V.M., Pashchenko A.V., Dzhezherya Yu.I., Fesych I.V., Li Quanjun, Levchenko G.G. Critical Phenomena of Magnetization, Magnetocaloric Effect, and Superparamagnetism in Nanoparticles of Non-Stoichiometric Manganite// J. Alloys Compd. – 2020. – V. 836. – P. 155440 (11 pp.).
16. Yu I Dzhezherya, Wei Xu, SV Cherepov, Yu B Skirta, VM Kalita, AV Bodnaruk, NA Liedienov, AV Pashchenko, IV Fesych, Bingbing Liu, GG Levchenko. Magnetoactive elastomer based on superparamagnetic nanoparticles with Curie point close to room temperature// Materials & Design, 2021/1/1, V.197, p. 109281
17. Р.В.Верба, Ю.І.Джежеря, В.Ю.Боринський, Д.М.Поліщук, А.Ф.Кравець. *Магнітна та термоіндукована динаміка у наноелементах синтетичних антиферомагнетиків.* – Харків: «Діса плюс», 2023. -164 с.

Допоміжна література.

18. Вонсовский С.В. Магнетизм. – М.: Наука, 1971. – 1032 с.
19. Уайт Р.М. Квантовая теория магнетизма. – М.: Мир, 1972. – 308 с.
20. А.М. Косевич, Б.А. Иванов, А.С. Ковалев. Нелинейные волны намагниченности. Динамические и топологические солитоны. Киев, 1983, 189 с.
21. В.Г. Барьяхтар, Б.А. Иванов, М.В. Четкин. Динамика доменных границ в слабых ферромагнетиках. УФН, т.146, с.417 (1985).
22. Б.А. Иванов, Спиновая динамика антиферромагнетиков под действием фемтосекундных лазерных импульсов (обзор), ФНТ 40, № 2, с. 119–138 (2014).

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)
Лекційні заняття.

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Лекція 1. Класифікація матеріалів за магнітними властивостями. Діамагнетики, парамагнетики, суперпарамагнетики. Матеріали з сильно вираженими магнітними властивостями: феромагнетики, антиферомагнетики та ферімагнетики. Обмінний гамільтоніан. Підрешітки. [1-3].
2	Лекція 2. Класифікація матеріалів за магнітними властивостями. Особливості антиферомагнетиків, які не притаманні феромагнетикам: фрустровані антиферомагнетики, спінові топологічні дефекти (дисклінації). Антиферомагнетизм в наноразмірних частинках - феритин, магнітні молекули «залізні кільця» [1-3].
3.	Лекція 3 Магнітні властивості надпровідників. Надпровідники першого та другого роду. Куперовські пари [10, 11].
4	Лекція 4 Магнітні властивості надпровідників. Ефект Мейснера. Рівняння Лондонів. Рівняння Гінсбурга – Ландау. [10, 11].
5	Лекція 5. Феноменологічний опис магнетиків. Феноменологічна теорія феромагнетиків і антиферомагнетиків. Магнітна симетрія для різних магнетиків. [1-3].
6	Лекція 6. Феноменологічний опис магнетиків. Однорідна і неоднорідна обмінна взаємодія, магнітна анізотропія. Взаємодія Дзялошинського-Морія та «слабий феромагнетизм» антиферомагнетиків. [1-3].
7	Лекція 7. Доменні структури на мікро- і нано- рівнях. Магнітна дипольна взаємодія. Причини появи рівноважних доменів у магнітних зразках. Структура доменних стінок. [1-3,19].
8	Лекція 8. Магнітні неоднорідності в масштабах нанометрів: магнітні вихори,

	скирміони, хопфіони тощо. [1-3,19].
9	Лекція 9. Спінова динаміка феромагнетиків. Рівняння Ландау-Лифшиця для феромагнетиків. Феромагнітний резонанс. Магнони, лінійна і нелінійна динаміка. [2, 17, 19].
10	Лекція 10. Спінова динаміка феромагнетиків. Спіновий струм, «антизатухання». Спіновий ефект Хола. Спінтроніка. Магноніка. [2, 17, 19].
11	Лекція 11. Антиферомагнітна спінова динаміка. Рівняння сигма-моделі - «антиферомагнітна динаміка спінів» для антиферомагнетиків і ферімагнетиків. «Обмінне підсилення» частот і швидкостей спінових збуджень. Динаміка доменних стінок і вихорів у антиферомагнетиках. [3-9,16].
12	Лекція 12. Моделі обмінної взаємодії в магнітних матеріалах. Механізм утворення доменної структури феромагнетиків. Фазові переходи в феро-і феримагнетиках. [14-17].
13	Лекція 13. Гігантський магнітоопір (GMR) і його якісна інтерпретація на основі зонної структури металів. Гігантський магнітоопір в мультишарових структурах. Використання GMR в обчислювальній техніці. Спіновий вентиль, прицип роботи. Магнітний тунельний перехід, принципи MRAM. A magnetic tunnel junction (MTJ) device. Спінові хвилі. . [15-19].
14	Лекція 14. Антиферомагнітна спінова динаміка. Рівняння динаміки синтетичних антиферомагнетиків. Керування станами намагніченості синтетичних антиферомагнітних систем. [12, 14, 19].
15	Лекція 15. Антиферомагнітна спінова динаміка. Керування станами намагніченості синтетичних антиферомагнітних систем. Поведінка САФ у швидкоосциллючих магнітних полях. [12, 13, 19].
16	Лекція 16. Надшвидка спінова динаміка і її реалізація. Магнітна пам'ять: як найшвидше перевернути магнітний момент частинки магнетика. Збудження спінової динаміки фемтосекундними лазерними імпульсами. [7-9].
17	Лекція 17. Надшвидка спінова динаміка і її реалізація.. Збудження спінової динаміки фемтосекундними лазерними імпульсами. Антиферомагнітна спінтроніка: перехід в діапазон терагерц. [7-9].
18	Лекція 18. Магнітоактивні еластоміри та їх пружні і магнітні властивості. [15-17].

Практичні заняття

№	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Типи магнітного порядку. Магнетики і сегнетоелектрики: порівняльний аналіз. Обмінний гамільтоніан. Феромагнетики, антиферомагнетики та ферімагнетики. Підрешітки. [1-3, 17].
2	Магнітні властивості надпровідників. Надпровідники першого та другого роду.. Рівняння Лондонів. Енергія та магнітне упорядкування магнітного нанокомпозиту у надпровідній матриці. Рівняння Гінсбурга – Ландау.[10-11]
3	Феноменологічний опис магнетиків. Феноменологічна теорія феромагнетиків і антиферомагнетиків. Магнітна симетрія для різних магнетиків. Однорідна і неоднорідна обмінна взаємодія, магнітна анізотропія. Розрахунки коефіцієнтів розмагнічення для зразків спеціальної форми [1-3,17].
4	Доменні структури на мікро- і нано- рівнях. Магнітна дипольна взаємодія. Причини появи рівноважних доменів у магнітних зразках. Структура доменних стінок.

	Магнітні неоднорідності в масштабах нанометрів. [3,17,19].
5	Спінова динаміка феромагнетиків. Рівняння Ландау-Лифшиця для феромагнетиків. Магнони, лінійна і нелінійна динаміка. Спіновий струм, «антизатухання». Спіновий ефект Хола. Спінтроніка. Магноніка. [2, 19].
6	Антиферомагнітна спінова динаміка. Рівняння сигма-моделі - «антиферомагнітна динаміка спінів» для антиферомагнетиків і ферімагнетиків. «Обмінне підсилення» частот і швидкостей спінових збуджень. Динаміка доменних стінок і вихорів у антиферомагнетиках. [19, 5-8].
7	Надшвидка спінова динаміка і її реалізація. Магнітна пам'ять: як найшвидше перевернути магнітний момент частинки магнетика. Збудження спінової динаміки фемтосекундними лазерними імпульсами. Антиферомагнітна спінтроніка: перехід в діапазон терагерц. [6-9, 12-13].
8	Моделі обмінної взаємодії в магнітних матеріалах. Механізм утворення доменної структури феромагнетиків. Фазові переходи в феро-і ферімагнетиках. [6-9, 12-13].
9	Критичні явища у системах на основі магнітоактивних еластомерів. [14-16].

Самостійна робота аспіранта

З метою чіткої організації самостійної роботи студентів і задля підвищення якості засвоєння навчального матеріалу та вироблення ґрунтовних навичок наукової діяльності пропонуються індивідуальні завдання у формі самостійної підготовки конспектів та рефератів із вибраних тем. Самостійна робота здобувача наукового ступеня доктора філософії є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	36
2	Підготовка до МКР	10
3	Підготовка до екзамену	20

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- правила відвідування занять (згідно розкладу і згідно загально-інститутського розпорядку);
- правила поведінки на заняттях (активність на практичних заняттях є обов'язковою, бали за активність на практичних заняттях не ставляться, відключення телефонів є обов'язковим);
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів (штрафні бали не призначаються, заохочувальні бали призначаються суворо згідно підрозділу 8 цього силабусу);
- політика дедлайнів та перескладань (згідно загально-інститутського розпорядку);
- політика щодо академічної доброчесності (згідно загально-інститутського розпорядку);

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: опитування за темою заняття, МКР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестрова атестація проводиться у вигляді екзамену. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і інститутська шкала.

Умови допуску до семестрового контролю: відсутні.

Рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, які він отримує:

1) за роботу на аудиторних заняттях;

2) за модульну контрольну роботу (МКР);

3) за відповідь на заліку.
Система рейтингових балів
1) Аудиторні заняття. Ваговий коефіцієнт дорівнює 4. Максимальна кількість балів, які може отримати аспірант на аудиторних заняттях становить 12х4=48 бали. Нарахування балів на одному практичному занятті:
- відмінні відповіді 4 балів;
- дуже добрі, добрі відповіді 3,2 балів;
-задовільні, достатні відповіді 1 бал.
2) Модульна контрольна робота (МКР). Ваговий коефіцієнт дорівнює 12. Максимальна кількість балів за контрольну роботу становить 1х12=12 балів. Нарахування балів за контрольну роботу:
- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 11-12 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) 8-10 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) 6-7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.
3). Залік. Критерії оцінювання. Завдання містить два теоретичні питання, кожне з яких оцінюються у 20 балів. Всього 2х20=40 балів.
Нарахування балів за відповідь на заліку:
- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 36-40 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) 30-35 балів;
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) 24-29 балів;
- незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.
Якщо аспірант протягом семестру набрав понад 60 балів, він може отримати залік автоматом.
Для виставлення фінальних оцінок рейтинг переводиться у оцінки відповідно до таблиці.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за інститутською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
90-100	Відмінно
75-89	Добре
60-74	Задовільно
Менше 60	Незадовільно
Не виконано інші умови допуску до заліку	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (Силабус):
Складено д.ф.м.н, професор Джежеря Юрій Іванович

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. Магнетики і сегнетоелектрики: порівняльний аналіз.
2. Обмінний гамільтоніан.
3. Феромагнетики, антиферомагнетики та ферімагнетики. Підрешітки.
4. Особливості антиферомагнетиків, які не притаманні феромагнетикам.
5. Антиферомагнетизм в наноразмірних частинках - феритин, магнітні молекули «залізні кільця».
6. Феноменологічна теорія феромагнетиків і антиферомагнетиків.
7. Магнітна симетрія для різних магнетиків.
8. Однорідна і неоднорідна обмінна взаємодія, магнітна анізотропія.
9. Взаємодія Дзялошинського-Морія та «слабий феромагнетизм» антиферомагнетиків.
10. Магнітна дипольна взаємодія. Причини появи рівноважних доменів у магнітних зразках. Структура доменних стінок.
11. Магнітні неоднорідності в масштабах нанометрів: магнітні вихори.
12. Рівняння Ландау-Лифшиця для феромагнетиків.
13. Магнони, лінійна і нелінійна динаміка.
14. Спіновий струм, «антизатухання».
15. Спіновий ефект Хола.
16. Рівняння сигма-моделі - «антиферомагнітна динаміка спінів» для антиферомагнетиків і ферімагнетиків.
17. «Обмінне підсилення» частот і швидкостей спінових збуджень.
18. Динаміка доменних стінок і вихорів у антиферомагнетиках.
19. Збудження спінової динаміки фемтосекундними лазерними імпульсами.
20. Антиферомагнітна спінтроніка: перехід в діапазон терагерц.
21. Спін-орбитальна динаміка. Надшвидка «обмінна» поздовжня динаміка спінів у ферімагнетиках.
22. Магнітоактивні еластоміри та їх пружні і магнітні властивості.