ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИЧНИЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету
_____ С. І Гоменюк
(підпис) (ініціали та прізвище)
«_____»_____2024

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електродинаміка
(назва навчальної дисципліни)

підготовки бакалавр
(назва освітнього ступеня)

денної та заочної форм здобуття освіти

освітньо-професійна програма Прикладна фізика
(назва)

спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали
(шифр, назва спеціальності)

галузі знань 10 Природничі науки

(шифр і назва)

ВИКЛАДАЧ (-ЧІ): Дуда Євген Вікторович, кандидат фізико-математичних наук, старший викладач
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри загальної та прикладної фізики

Протокол № 1 від "21" серпня 2024 р.
Завідувач кафедри загальної та прикладної фізики

_____ Андрєєв А.М.
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

_____ Дуда Є.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

2024 рік

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Силабус навчальної дисципліни

Зв`язок з викладачем (викладачами):
E-mail: *duda.evgen@gmail.com*
Телефон: *(098) 429-40-28*
Кафедра: *загальної та прикладної фізики, 1-й корп. ЗНУ, ауд. 14 (1-й пов.)*

1. Опис навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є опанування причин появи доменів, теоретичних моделей доменної структури кристалів та властивостями доменної структури, необхідних для практичного застосування.

Основними **завданнями** навчальної дисципліни є: допомога студентам у засвоєнні основних понять доменної структури для використання їх в практичній діяльності; підготовка студентів до читання журнальних публікацій і монографій; напрацювання навичок, необхідних для наукової роботи.

Властивості важливих в практичному застосуванні залізонікелевих сталей та аморфних сплавів зумовлені незвичайною статичною та динамічною поведінкою доменної структури. Розуміння властивостей таких структур дозволяє створення матеріалів з наперед заданими магнітними властивостями, які необхідні для роботи трансформаторів, запису інформації в електронних машинах, конструювання різноманітних пристроїв. Тому одержані знання сприятимуть потребам роботодавців випускників спеціальності прикладна фізика.

В результаті завершення курсу студент зможе: аналізувати фізичні процеси, що спричиняють різний тип магнетиків; класифікувати матеріали за магнітними властивостями; аналізувати вплив доменної структури на магнітні властивості кристалічних матеріалів; використовувати отримані знання для визначення магнітних характеристик та їхнього застосування у практичній діяльності.

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	**денна форма здобуття освіти**	**заочна форма здобуття освіти**
1	*2*	*3*
Статус дисципліни	**Обов'язкова**	
Семестр	5 -й	
Кількість кредитів ECTS	**5**	
Кількість годин	150	
Лекційні заняття	28 год.	
Семінарські / Практичні / Лабораторні заняття	28 год.	
Самостійна робота	64 год.	
Консультації	*Освітній процес - ЗНУ (znu.edu.ua) (дистанційно)*	
Вид підсумкового семестрового контролю:	**залік**	
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=567	

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
1	*2*	*3*
ЗК 3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно так і письмово	Лекція, пояснення, самостійна робота, робота в парі, робота в групі, розв'язування задач	Тестування, усне опитування, письмова робота, розв'язування задач, екзамен
ЗК 6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.	Лекція, пояснення, самостійна робота, мозковий штурм, уявний експеримент, розв'язування задач	Тестування, усне опитування, письмова робота, розв'язування задач, екзамен
ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.	Лекція, пояснення, самостійна робота, мозковий штурм, уявний експеримент, розв'язування задач	Тестування, усне опитування, письмова робота, розв'язування задач, екзамен
СК 6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем	Лекція, пояснення, самостійна робота, мозковий штурм, уявний експеримент, розв'язування задач	Тестування, усне опитування, письмова робота, розв'язування задач, екзамен
СК 7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.	Лекція, пояснення, робота в групі, мозковий штурм, розв'язування задач	Тестування, усне опитування, письмова робота, розв'язування задач, екзамен
СК 8. Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах.	Лекція, пояснення, самостійна робота, мозковий штурм, уявний експеримент, розв'язування задач	Тестування, усне опитування, письмова робота, розв'язування задач, екзамен
СК 12. Здатність розуміти і використовувати сучасні	Лекція, пояснення, самостійна робота,	Тестування, усне опитування, письмова робота, розв'язування

теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу станів та властивостей фізичних систем.	мозковий штурм, розв’язування задач	задач, екзамен
СК 13. Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів.	Лекція, пояснення, мозковий штурм, уявний експеримент, розв’язування задач	Тестування, усне опитування, письмова робота, розв’язування задач, екзамен
Р04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.	Лекція, пояснення, самостійна робота	Тестування, усне опитування, письмова робота, екзамен
Р07. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.	Лекція, пояснення, самостійна робота, мозковий штурм, уявний експеримент	Тестування, усне опитування, письмова робота, екзамен
Р08. Вільно спілкуватися з професійних питань державною та англійською мовами усно та письмово.	Лекція, пояснення, самостійна робота, мозковий штурм, уявний експеримент	Тестування, усне опитування, письмова робота, екзамен

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Магнітні властивості речовини

Магнітне поле. Магнітні властивості речовини. Діамагнетики. Парамагнетики. Диполь-дипольна взаємодія. Одержання виразу для енергії системи частинок, які мають магнітні моменти. Взаємодія рухомих диполей і зарядів. Спін-орбітальна взаємодія. Обмінна взаємодія. Вираз для обмінної енергії кристалу. Взаємодія спінів і упорядкування. Феромагнетизм.

Змістовий модуль 2. Доменні структури магнетиків

Гіпотеза феромагнітних доменів. Причини появи доменів. Методи регістрації доменів. Циліндричний магнітний домен. Енергія обмінної взаємодії в кристалах. Магнітна кристалографічна анізотропія. Наведена, або орієнтаційна, анізотропія. Обмінна, або однонапрвлена, анізотропія. Магнітопружна енергія. Магнітостатична енергія. Доменні границі. Доменна структура. Рівняння Ландау-Ліфшиця. Криві технічного намагнічування. Магнітом’які та магнітожорсткі матеріали. Запис інформації. Запис інформації на циліндричних магнітних доменах (ЦМД). Створення на плівці ланцюгів потенціальних ям для доменів. Метод магнітних аплікацій. Швидкість вибірки інформації. Генератори циліндричних магнітних доменів. Реалізація логічних схем та математичних операцій за

допомогою циліндричних магнітних доменів. Технологічні основи ЦМД-кристалів. Технологічна схема пом'ятаючих пристроїв на ЦМД. Перспективи розвитку магнітної пам'яті.

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
		о/д.ф.	з.ф.	
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Лекція 1, 2	Магнітне поле. Магнітні властивості речовини.	4		*тиждень 1, 2*
Практичне заняття 1, 2	Розв'язування задач з теми «Магнітне поле. Магнітні властивості речовини»	4		*тиждень 1, 2*
Лекція 3, 4	Феромагнетизм речовини. Класична теорія феромагнетизму	4		*тиждень 3, 4*
Практичне заняття 3, 4	Доповідь на тему «Магнітне поле. Магнітні властивості речовини» Розв'язування задач з теми «Класична теорія феромагнетизму»	4		*тиждень 3, 4*
Лекція 5, 6	Взаємодія рухомих диполей і зарядів. Спін-орбітальна взаємодія. Обмінна взаємодія. Вираз для обмінної енергії кристалу. Взаємодія спінів і упорядкування.	4		*тиждень 5, 6*
Практичне заняття 5, 6	Розв'язування задач з теми «Взаємодія рухомих диполей і зарядів. Спін-орбітальна взаємодія. Обмінна взаємодія»	4		*тиждень 5, 6*
Лекція 7, 8	Взаємодія спінів і упорядкування. Феромагнетизм.	4		*тиждень 7, 8*
Практичне заняття 7, 8	Розв'язування задач з теми «Взаємодія спінів і упорядкування»	4		*тиждень 7, 8*
Лекція 9, 10	Гіпотеза феромагнітних доменів. Причини появи доменів. Методи реєстрації доменів. Циліндричний магнітний домен. Енергія обмінної взаємодії в кристалах	4		*тиждень 9, 10*
Практичне заняття 9, 10	Доповідь з теми «Гіпотеза феромагнітних доменів» Розв'язування задач з теми «Циліндричний магнітний домен. Енергія обмінної взаємодії в кристалах»	4		*тиждень 9, 10*
Лекція 11, 12	Доменна структура. Запис інформації на циліндричних магнітних доменах. Створення на плівці ланцюгів потенціальних ям для доменів. Метод магнітних аплікацій.	4		*тиждень 11, 12*
Практичне заняття 11, 12	Доповідь з теми «Доменна структура. Запис інформації на циліндричних магнітних доменах. Створення на плівці ланцюгів потенціальних ям для доменів. Метод магнітних аплікацій.» Розв'язування задач	4		*тиждень 11, 12*

Лекція 13, 14	Реалізація логічних схем та математичних операцій за допомогою циліндричних магнітних доменів. Технологічні основи ЦМД-кристалів. Технологічна схема пом'ятаючих пристроїв на ЦМД. Перспективи розвитку магнітної пам'яті.	4		*тиждень 13, 14*
Практичне заняття 13, 14	Доповідь з теми «Феромагнітні матеріали та їх застосування. Реалізація логічних схем та математичних операцій за допомогою циліндричних магнітних доменів. Перспективи розвитку магнітної пам'яті.» Розв'язування задач	4		*тиждень 13, 14*

5. Види і зміст контрольних заходів

Вид заняття/ роботи	**Вид контрольного заходу**	**Зміст контрольного заходу***	**Критерії оцінювання та термін виконання***	**Усього балів**
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Поточний контроль				
Практичне заняття №1	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Практичне заняття №2	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Практичне заняття №3	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Практичне заняття №4	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Практичне заняття №5	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Практичне заняття №6	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Практичне заняття №7	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Контрольна робота №1	комплексні: контрольна робота, завдання для самостійної робота	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**9**
Практичне	практичні: есе,	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в	**3**

заняття №8	порівняльний аналіз		СЕЗН ЗНУ	
Практичне заняття №9	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Практичне заняття №10	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Практичне заняття №11	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Практичне заняття №12	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Практичне заняття №13	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Практичне заняття №14	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**3**
Контрольна робота №1	комплексні: контрольна робота, завдання для самостійної робота	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**9**
Усього за поточний контроль	**2**			**60**
Підсумковий контроль				
Залік	Теоретичне завдання	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**20**
	Практичне завдання	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	**20**
Усього за підсумковий контроль				**40**

Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS

За шкалою ECTS	**За шкалою університету**	**За національною шкалою**	
		Екзамен	**Залік**
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		

FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

6. Основні навчальні ресурси

Рекомендована література

1. Поплавко Ю. М. Фізичне матеріалознавство. В 4 ч. Ч. 3. Провідники та магнетики: навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2011. 372 с
2. Щека Д.Д. Основи магнетизму. Методичний посібник для магістерських спеціальностей університету. Київ: КНУ. 2012. 74 с.
3. Магнетики в електроніці: Курс лекцій. / Поплавко Ю. М. та ін. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 365 с.
4. Барьяхтар В.Г., Иванов Б.А. Магнетизм - что это? Київ : Наукова думка, 1981. 208 с.
5. Барьяхтар В.Г., Иванов Б.А. В мире магнитных доменов. Київ: Наукова думка, 1986. 159 с.
6. Копишинський О.В. Магнітооптичні явища. Частина 1. Методична розробка для студентів фізичного факультету. Київ, 2018.

Інформаційні ресурси

1. Сайт Національної лабораторії магнетизму США [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://nationalmaglab.org/

7. Регуляції і політики курсу

Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студент, який з поважних причин, підтверджених документально, був відсутній на практичному занятті, має право на відпрацювання після повернення до навчання. Якщо здобувач не використав надане йому право або пропустив заняття без поважних причин, отримує за кожне пропущене заняття 0 балів.

Академічна доброчесність: очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Списування студентів під час проведення модульної контрольної роботи є підставою для дострокового припинення її складання та виставлення негативної оцінки.

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2024-2025 н. р. доступний за адресою: https://tinyurl.com/yckze4jd.

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до

Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ: https://tinyurl.com/y9tve4lk.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: https://tinyurl.com/y9pkmmp5. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ: https://tinyurl.com/ycds57la.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: https://tinyurl.com/57wha734. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: https://tinyurl.com/yd6bq6p9; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: https://tinyurl.com/y9r5dpwh.

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога **Марті Ірини Вадимівни** (061) 228-15-84, (099) 253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ
Запорізького національного університету: **Банах Віктор Аркадійович**
Електронна адреса: v_banakh@znu.edu.ua
Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88

РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: https://tinyurl.com/ydhcsagx.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА: http://library.znu.edu.ua. Графік роботи абонементів: понеділок-п`ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE): https://moodle.znu.edu.ua
Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою: moodle.znu@znu.edu.ua.
У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу.
Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте

посилання для відновлення паролю https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015.
ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ: http://sites.znu.edu.ua/child-advance/
ЦЕНТР НІМЕЦЬКОЇ МОВИ, ПАРТНЕР ГЕТЕ-ІНСТИТУТУ: https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocznu/nim
ШКОЛА КОНФУЦІЯ (ВИВЧЕННЯ КИТАЙСЬКОЇ МОВИ): http://sites.znu.edu.ua/confucius

Керівник навчально-методичного відділу Людмила НЕСТЕРЕНКО