

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Інформаційні і сенсорні пристрої на основі ГМО-ефекта
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
Розробник(и)	Шабельник Юрій Михайлович
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 3-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 48 години становить контактна робота з викладачем (24 год. лекцій, 24 год. практичних занять) 102 години становить самостійна робота
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньо-наукової програми "Електронні інформаційні системи"
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідними для вивчення дисципліни є знання з наступних дисциплін: "Фізичні основи електроніки", "Наноматеріали і нанотехнології в приладобудуванні", "Фізичні основи наноелектроніки та спінтроніки".
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є засвоєння необхідних знань в області наноелектроніки та спінтроніки, ознайомлення з матеріалами та конструкціями приладів та пристроїв спінтроніки на основі ГМО-ефекта. Предметом вивчення дисципліни є фізичні явища, теоретичні поняття, які лежать в основі роботи інформаційних пристроїв спінтроніки, а також конструкційні та функціональні особливості таких приладів.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ. Поняття про спінтроніку. Основні поняття та визначення спінтроніки. Особливості приладів та пристроїв на основі ГМО-ефекта.
Тема 2 Матеріали спінтроніки та технологія їх формування. Магнітом'які та магнітотверді матеріали. Магнітні матеріали спеціального призначення. Аморфні магнітні плівки. Механізми росту плівкових матеріалів. Класифікація плівкових наноструктур.
Тема 3 Електронні властивості магнетиків. Електронна структура і магнітне обмінне розщеплення. Магнітні властивості
Тема 4 Фізичні явища у плівкових спінтронних структурах. Анізотропний, гігантський та колосальний магнітоопір. Спін-вентильні структури. Гранульовані плівкові сплави. Структури із тунелюванням електронів. Метод надпровідних контактів.
Тема 5 Принципи функціонування інформаційних пристроїв. Спінова електроніка. Зчитувальна головка на гігантському магнітоопорі. Пам'ять на магнітоопорі та спін-вентильний транзистор. Феромагнітна рідина.
Тема 6 Технології магнітного запису інформації. Системи паралельного та перпендикулярного зберігання даних. Система магнітного теплового зберігання даних. Система структурного зберігання даних.
Тема 7 Магнітна пам'ять. Визначальні особливості пристроїв пам'яті. Фізичні принципи магнітного записування інформації. Магніторезистивна оперативна пам'ять.
Тема 8 Прилади і пристрої на основі ГМО-ефекта. Спінтронні пристрої (спіновий польовий транзистор, біполярний спіновий діод, спіновий світловипромінюючий діод). Датчики на основі ефекта ГМО. Застосування матеріалів з ГМО.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Пояснювати фізичні процеси, які відбуваються в магнітних та напівпровідникових матеріалах під дією магнітного поля, принцип дії спін-вентильних структур, датчиків магнітного поля на основі різних типів структур (мультишари, тверді розчини, гранульовані сплави).
РН2	Експлуатувати електронні прилади та пристрої на основі ГМО-ефекта різного функціонального призначення.

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.
Для спеціальності 171 Електроніка:

ПР7	Здійснювати інформаційний та науковий пошук з використанням наукової, технічної та довідкової літератури, баз даних і знань, інших джерел інформації; критично осмислювати та інтерпретувати наявні знання та дані, формувати напрями досліджень і розробок з урахуванням вітчизняного й закордонного досвіду
ПР17	Вміти проектувати, оцінювати, налагоджувати та впроваджувати у виробництво електронні та сенсорні прилади і системи, забезпечуючи їх схемотехнічну та конструктивну реалізацію з урахуванням вимог надійності, економічності, екологічності та енергозбереження.

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Вступ. Поняття про спінтроніку.	
Лк1 "Вступ. Поняття про спінтроніку." (денна)	Основні поняття та терміни
Пр1 "Гальваномагнітні явища." (денна)	Розв'язування задач на тему "Гальваномагнітні явища"
Тема 2. Матеріали спінтроніки та технологія їх формування.	
Лк2 "Матеріали спінтроніки та технологія їх формування." (денна)	Типи матеріалів. Механізми росту плівкових матеріалів. Класифікація плівкових наноструктур.
Пр2 "Розрахунок нерівноважних носіїв заряду в напівпровідниках." (денна)	Розв'язування задач на тему "Розрахунок нерівноважних носіїв заряду в напівпровідниках"
Тема 3. Електронні властивості магнетиків.	
Лк3 "Електронні властивості магнетиків." (денна)	Електронна структура і магнітне обмінне розщеплення.
Пр3 "Електропровідність напівпровідників." (денна)	Розв'язування задач на тему "Електропровідність напівпровідників"
Тема 4. Фізичні явища у плівкових спінтронних структурах.	
Лк4 "Фізичні явища у плівкових спінтронних структурах." (денна)	АМО, ГМО та колосальний магнітоопір. Спін-вентильні структури.
Пр4 "Електропровідність металів і сплавів та їх застосування." (денна)	Розв'язування задач на тему "Електропровідність в металах"
Тема 5. Принципи функціонування інформаційних пристроїв.	

Лк5 "Принципи функціонування інформаційних пристроїв." (денна) Розгляд та характеристика основних принципів функціонування інформаційних пристроїв
Пр5 "Застосування ГМО-матеріалів." (денна) Аналіз галузей застосування ГМО-матеріалів
Тема 6. Технології магнітного запису інформації.
Лк6 "Технології магнітного запису інформації." (денна) Характеристика систем та пристроїв зберігання інформації
Пр6 "Спінові світловипромінюючі діоди" (денна) Спінові світловипромінюючі діоди: структура, фізика процесів, параметри.
Тема 7. Магнітна пам'ять.
Лк7 "Магнітна пам'ять." (денна) Фізичні принципи магнітного записування інформації. Магніторезистивна оперативна пам'ять.
Пр7 "Спінові транзистори та діоди: структура, фізика процесів, параметри." (денна) Розв'язування типових задач на тему "Спінові транзистори та діоди"
Тема 8. Прилади і пристрої на основі ГМО-ефекта.
Лк8 "Прилади і пристрої на основі ГМО-ефекта." (денна) Датчики на основі ефекта ГМО. Застосування матеріалів з ГМО.
Пр8 "Датчики на основі ефекту гігантського магнітоопору." (денна) Критична характеристика датчиків на основі ефекту гігантського магнітоопору.

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Конспектування
НД2	Робота з підручниками та релевантними інформаційними джерелами
НД3	Виконання практичних робіт
НД4	Підготовка до поточного та підсумкового контролю

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Лекції-дискусії
МН3	Метод ілюстрацій

МН4	Практико-орієнтоване навчання
-----	-------------------------------

Лекції (Лк), Практичні роботи (Пр).

Мотивація, творче мислення та креативність, самопрезентація, презентаційні навички.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Опитування та усні коментарі викладача за його результатами на лекційних заняттях.
МФО2	Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Піготовка конспекту за лекційним матеріалом
МСО2	Оцінювання виконаних практичних робіт.
МСО3	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)
МСО4	Складання комплексного письмового модульного контролю

Контрольні заходи:

2 семестр		100 балів
МСО1. Піготовка конспекту за лекційним матеріалом		16
	8x2	16
МСО2. Оцінювання виконаних практичних робіт.		48
	8x6	48

МСО3. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)	18
	18
МСО4. Складання комплексного письмового модульного контролю	18
	18

Контрольні заходи в особливому випадку:

1. Шкала оцінювання з навчальної дисципліни: R = 100 балів. 2. Розподіл рейтингових балів за видами навчальної роботи: а) Робота на аудиторних заняттях – за роботу на заняттях студентів нараховуються рейтингові бали в залежності від активної роботи (максимально 16 балів): – лекції: 8 лк. x 1 бал/лк. = 8 балів; практичні роботи: 8 пр. x 1 бал/пр. = 8 балів б) Виконання практичних робіт (8 робіт) – максимально 48 балів (призначаються рейтингові бали за кожну роботу рівномірно, при позитивному оцінюванні кожної роботи від 0,5 до 4 балів); в) Складання комплексного письмового модульного контролю* – всього 36 балів (18 балів за ПМК у першому модулі та 18 балів за ПМК у другому модулі). * – перескладання заходів поточного контролю при отриманні позитивної оцінки не здійснюється, при незадовільній оцінці надається одна спроба для її ліквідації 3. Підсумок рейтингових балів за мод. циклами (при позитивному оцінюванні): 1-2 модульний цикл: 60...100 балів. 4. Позитивні оцінки з модульного циклу вцілому та його складових не підвищуються.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Бібліотечні фонди
ЗН2	Інформаційно-комунікаційні системи
ЗН3	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Spintronics Handbook: Spin Transport and Magnetism, Three Volume Set. Second Edition / E.Y. Tsymlal, I. Zutic. - CRC Press. - 2021.
2	Spintronics. Fundamentals and Applications / Puja Dey, Jitendra Nath Roy. - Springer Singapore. - 2021. - 273 p.
Допоміжна література	
1	Псевдоспін-вентильні структури: принципи формування, магнітні та магніторезистивні властивості/І.М. Пазуха, С.І. Проценко, І.В. Чешко, Ю.О. Шкурдода; за заг. ред. проф. С.І. Проценка та доц. І.М. Пазухи - Суми: СумДУ, 2019 - 157 с.
2	Contemporary Topics in Semiconductor Spintronics / S. Bandyopadhyay, M. Cahay, J.-P. Leburton - World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 2017. - 272 p.
3	Handbook of Spintronics /Yongbing Xu, David D. Awschalom, Junsaku Nitta - Springer, Science+Business Media Dordrecht, 2016. - 1609 p.