

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Інформаційні і сенсорні пристрої на основі ГМО-ефекта
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
<b>Розробник(и)</b>	Шабельник Юрій Михайлович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	16 тижнів протягом 3-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	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
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

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

<p>Тема 1 Вступ. Поняття про спінтроніку. Основні поняття та визначення спінтроніки. Особливості приладів та пристроїв на основі ГМО-ефекта.</p>
<p>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.</p>
<p>Тема 3 Електронні властивості магнетиків. Електронна структура і магнітне обмінне розщеплення. Магнітні властивості</p>
<p>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.</p>
<p>Тема 5 Принципи функціонування інформаційних пристроїв. Спінова електроніка. Зчитувальна головка на гігантському магнітоопорі. Пам'ять на магнітоопорі та спін-вентильний транзистор. Феромагнітна рідина.</p>
<p>Тема 6 Технології магнітного запису інформації. Системи паралельного та перпендикулярного зберігання даних. Система магнітного теплового зберігання даних. Система структурного зберігання даних.</p>
<p>Тема 7 Магнітна пам'ять. Визначальні особливості пристроїв пам'яті. Фізичні принципи магнітного записування інформації. Магніторезистивна оперативна пам'ять.</p>
<p>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.</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	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).
PH2	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

<b>Тема 1. Вступ. Поняття про спінтроніку.</b>	
Лк1 "Вступ. Поняття про спінтроніку." (денна)	Основні поняття та терміни
Пр1 "Гальваномагнітні явища." (денна)	Розв'язування задач на тему "Гальваномагнітні явища"
<b>Тема 2. Матеріали спінтроніки та технологія їх формування.</b>	
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"
<b>Тема 3. Електронні властивості магнетиків.</b>	
Лк3 "Електронні властивості магнетиків." (денна)	Електронна структура і магнітне обмінне розщеплення.
Пр3 "Електропровідність напівпровідників." (денна)	Розв'язування задач на тему "Електропровідність напівпровідників"
<b>Тема 4. Фізичні явища у плівкових спінтронних структурах.</b>	
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"
<b>Тема 5. Принципи функціонування інформаційних пристроїв.</b>	

Лк5 "Принципи функціонування інформаційних пристроїв." (денна) Розгляд та характеристика основних принципів функціонування інформаційних пристроїв
Пр5 "Застосування ГМО-матеріалів." (денна) Аналіз галузей застосування ГМО-матеріалів
<b>Тема 6. Технології магнітного запису інформації.</b>
Лк6 "Технології магнітного запису інформації." (денна) Характеристика систем та пристроїв зберігання інформації
Пр6 "Спінові світловипромінюючі діоди" (денна) Спінові світловипромінюючі діоди: структура, фізика процесів, параметри.
<b>Тема 7. Магнітна пам'ять.</b>
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"
<b>Тема 8. Прилади і пристрої на основі ГМО-ефекта.</b>
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)		<b>18</b>
		18
МСО4. Складання комплексного письмового модульного контролю		<b>18</b>
		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

<b>Основна література</b>	
1	Spintronics Handbook: Spin Transport and Magnetism, Three Volume Set. Second Edition / E.Y. Tsymbal, I. Zutic. - CRC Press. - 2021.
2	Spintronics. Fundamentals and Applications / Puja Dey, Jitendra Nath Roy. - Springer Singapore. - 2021. - 273 p.
<b>Допоміжна література</b>	
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.