

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Прилади і пристрої оптоелектроніки та спінтроніки
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)	Однодворець Лариса Валентинівна, Пазуха Ірина Михайлівна, Шабельник Юрій Михайлович
Рівень вищої освіти	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 6-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 80 години становить контактна робота з викладачем (32 години лекцій, 24 години практичних занять та 24 годин лабораторних занять), 70 годин становить самостійна робота
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Електронні інформаційні системи"
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідними для вивчення дисципліни є знання про властивості твердого тіла на макроскопічному рівні та їх зв'язок з мікроскопічною структурою твердого тіла, а також розуміння фізичних основ, на яких базується робота елементної бази електроніки.
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Дисципліна «Прилади і пристрої спінтроніки» спрямована на формування у бакалаврів знань стосовно фізичних явищ і теоретичних аспектів, які покладені в основу роботи приладів та пристроїв спінтроніки, конструкційних особливостей цього класу приладів.

4. Зміст навчальної дисципліни

<p>Тема 1 Оптиелектронні засоби передачі інформації</p> <p>Галузі сучасної функціональної електроніки. Оптиелектронні засоби передачі інформації: джерела випромінювання, приймачі випромінювання, оптрони, волоконно-оптичні лінії зв'язку.</p>
<p>Тема 2 Електронно-оптичні пристрої обробки сигналів</p> <p>Класифікація пристроїв обробки інформаційних сигналів. Фізичні ефекти, на яких побудована робота електронно-оптичних пристроїв передачі сигналів. Модулятори. Оптиелектронні інтегральні схеми. Датчики фізичних величин та пристрої на основі решітчастих елементів введення-виведення. Аналого-цифрові перетворювачі. Пристрої на основі оптиелектронних інтегральних схем.</p>
<p>Тема 3 Матеріали спінтроніки та технологія їх формування</p> <p>Механізми росту плівкових матеріалів. Класифікація плівкових наноструктур. Електронна структура і магнітне обмінне розщеплення. Магнітні властивості.</p>
<p>Тема 4 Принципи функціонування інформаційних пристроїв спінтроніки</p> <p>Фізичні явища у плівкових спінтронних структурах. Методи керування запам'ятовувальними елементами та способи кодування інформації. Структура спін-вентильних елементів. Елементи для зчитування інформації. Спін-вентильні елементи для зчитування інформації. Спін-тунельні структури.</p>
<p>Тема 5 Прилади і пристрої спінтроніки.</p> <p>Датчики магнітного поля на основі одношарових плівок. Датчики магнітного поля на основі багатошарових плівок. Спінові транзистори. Застосування матеріалів з гігантським магнітоопору при формування функціональних елементів спінтроніки.</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Знати історію розвитку спінтроніки, принципи роботи приладів та пристроїв спінтроніки, знати базові умови експлуатації сучасного електронного устаткування, приладів та пристроїв сенсорики
РН2	На експериментальному та діагностичному рівні пояснити 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)
РН3	Використовувати електронні прилади та пристрої різного функціонального призначення, дотримуючись правил їх зберігання та експлуатації

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 171 Електроніка:

ПР1	Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки
-----	--

ПР6	Застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.
ПР13	Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення; відповідати вимогам гнучкості в подоланні перешкод та досягненні мети, раціонального використання та нормування часу, дисциплінованості, відповідальності за свої рішення та діяльність.

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Оптоелектронні засоби передачі інформації	
Лк1 "Оптоелектроніка - галузі сучасної функціональної електроніки" (денна)	Галузі сучасної функціональної електроніки. Фізичні основи оптоелектроніки.
Лк2 "Джерела та приймачі випромінювання" (денна)	Вимоги до джерел випромінювання. Світловипромінювальні діоди: фізичні основи роботи, параметри, переваги та галузі застосування. Приймачі випромінювання: загальні вимоги, класифікація та застосування.
Лк3 "Волоконно-оптичні лінії зв'язку." (денна)	Волоконна оптика. Фізичні принципи функціонування. Конструкція волоконного кабелю. Переваги оптичних волокон.
Лк4 "Прилади для оптичної ізоляції: оптрони, оптопари" (денна)	Класифікація, фізичні основи функціонування, особливості конструкції та робочі параметри оптронів. Оптопари: резисторні (фоторезистор - світлодіод); тиристорні (фото тиристор - світлодіод); транзисторні (фото транзистор - світлодіод); діодні (фотодіод - світлодіод).
Пр1 "Фізичні основи роботи приладів оптоелектроніки" (денна)	Внутрішній та зовнішній фотоефект. Фотопровідність.
Пр2 "Фізичні основи роботи приладів оптоелектроніки" (денна)	Поверхнева рекомбінація і дифузія носіїв заряду. Ефект Дембера. Фотовольтаїчний ефект в р-п-переходах і на бар'єрі Шоткі.
Пр3 "Приймачі оптичного випромінювання" (денна)	Розрахунок основних параметрів різних типів приймачів оптичного випромінювання: фоторезистори, фотодіоди.

<p>Пр4 "Приймачі оптичного випромінювання" (денна) Розрахунок основних параметрів різних типів приймачів оптичного випромінювання: фототранзистори та фототиристри.</p>
<p>Лб1 "Дослідження та визначення параметрів та характеристик фоторезистора" (денна) Метою роботи є ознайомлення студентів із схемами включення фоторезисторів та їх параметрами. Аналіз отриманих даних. Дослідження робочих характеристик.</p>
<p>Лб2 "Дослідження та визначення параметрів та характеристик фоторезистора" (денна) Метою роботи є ознайомлення студентів із схемами включення фоторезисторів та їх параметрами. Аналіз отриманих даних. Дослідження робочих характеристик.</p>
<p>Лб3 "Дослідження та визначення параметрів та характеристик фотодіода" (денна) Метою роботи є ознайомлення студентів із схемами включення фотодіодів та їх параметрами. Аналіз отриманих даних. Дослідження робочих характеристик.</p>
<p>Лб4 "Дослідження та визначення параметрів та характеристик фотодіода" (денна) Метою роботи є ознайомлення студентів із схемами включення фотодіодів та їх параметрами. Аналіз отриманих даних. Дослідження робочих характеристик.</p>
<p>Тема 2. Електронно-оптичні пристрої обробки сигналів</p>
<p>Лк5 "Модуляція сигналів в електронно-оптичних пристроях обробки сигналів" (денна) Класифікація пристроїв обробки інформаційних сигналів. Фізичні ефекти, на яких побудована робота електроннооптичних пристроїв передачі сигналів. Електроннооптичні прилади</p>
<p>Лк6 "Датчики фізичних величин та аналого-цифрові перетворювачі." (денна) Датчики фізичних величин та пристрої на основі решітчастих елементів введення-виведення. Датчики фізичних величин та пристрої на основі решітчастих елементів введення-виведення. Аналого-цифрові перетворювачі. Чотирирозрядний аналогово-цифровий перетворювач (АЦП)</p>
<p>Лк10 "Оптоелектронні інтегральні схеми" (денна) Оптоелектронні інтегральні схеми (ОІС).</p>
<p>Пр5 "Світловипромінювальні діоди" (денна) Конструкція та основні характеристики</p>
<p>Пр6 "Світловипромінювальні діоди" (денна) Розрахунок основних параметрів світловипромінювального діоду</p>
<p>Пр7 "Джерела оптичного випромінювання" (денна) Розгляд та порівняльна характеристика конструкційних особливостей світловипромінювальних діодів.</p>

<p>Пр8 "Розрахунок робочих параметрів оптопар" (денна) Відмінність між оптопарами та оптронами. Типи оптопар</p>
<p>Пр9 "Розрахунок робочих параметрів оптопар" (денна) Основні параметри та характеристики оптопар.</p>
<p>Лб5 "Дослідження та визначення параметрів та характеристик світловипромінювальних діодів" (денна) Метою роботи є ознайомлення студентів із схемами включення світловипромінювальних діодів та їх параметрами. Аналіз отриманих даних. Дослідження робочих характеристик.</p>
<p>Лб6 "Дослідження параметрів транзисторних та тиристорних оптопар" (денна) Метою роботи є ознайомлення студентів із схемами включення транзисторних та тиристорних оптопар. Аналіз отриманих даних. Дослідження робочих характеристик.</p>
<p>Тема 3. Матеріали спінтроники та технологія їх формування</p>
<p>Лк7 "Механізми росту плівкових матеріалів. Класифікація плівкових наноструктур" (денна) Механізми росту плівкових матеріалів. Класифікація плівкових наноструктур</p>
<p>Лк8 "Електронні властивості магнетиків" (денна) Електронна структура і магнітне обмінне розщеплення. Магнітні властивості</p>
<p>Лк9 "Матеріали спінтроники" (денна) Магнітовпорядковані матеріали, нагніторозчинені напівпровідники, нанокомпозити з аморфних сплавів у діелектричній матриці</p>
<p>Пр10 "Семінарське заняття на тему "Застосування ГМО-матеріалів"" (денна) Обговорення зі студентами питань щодо галузей застосування, типів та властивостей ГМО-матеріалів.</p>
<p>Лб7 "Механізми росту плівкових матеріалів" (денна) Вивчення механізмів росту плівкових матеріалів</p>
<p>Лб8 "Розрахунок параметрів спін-залежного розсіювання структур спін-вентильного типу" (денна) Вивчення особливостей протікання фізичних процесів в спін-вентильних структурах та розрахунок параметрів спін-залежного розсіювання у залежності від співвідношення між товщинами магнітних і немагнітних шарів.</p>
<p>Тема 4. Принципи функціонування інформаційних пристроїв спінтроники</p>
<p>Лк10 "Фізичні явища у плівкових спінтронних структурах" (денна) Анізотропний магніторезистивний ефект та гігантський магнітоопір. Спін-вентильні структури. Гранульовані плівкові сплави. Тунельний магнітоопір, інтерфейсні та домішкові ефекти, гігантський тунельний магнітоопір.</p>

<p>Лк11 "Методи керування запам'ятовувальними елементами та способи кодування інформації." (денна)</p> <p>Методи керування запам'ятовувальними елементами та способи кодування інформації.</p>
<p>Лк12 "Тунельні магнітні контакти" (денна)</p> <p>Тунельний магнітоопір, інтерфейсні та домішкові ефекти, гігантський тунельний магнітоопір.</p>
<p>Пр11 "Спінові транзистори та світловипромінювальних діодів: структура, фізика процесів, параметри" (денна)</p> <p>Ознайомлення студентів із конструктивними особливостями та розрахунком параметрів спінових транзисторів та світловипромінювальних діодів</p>
<p>Лб9 "Розрахунок величини анізотропного магнітоопору феромагнітних плівок" (денна)</p> <p>Розрахунок величини анізотропного магнітоопору феромагнітних плівок</p>
<p>Лб10 "Особливості прояву магніторезистивного ефекту у спін-вентильних структурах" (денна)</p> <p>Виходячи з експериментальних польових залежностей спін-вентильних структур визначити тип магніторезистивного ефекту та розрахувати його величину анізотропного магнітоопору Спін-вентильні структури</p>
<p>Тема 5. Прилади і пристрої спінтроники.</p>
<p>Лк13 "Елементи для зчитування інформації." (денна)</p> <p>Елементи зчитування в системах зберігання інформації. Магніторезистивна пам'ять з довільним доступом</p>
<p>Лк14 "Базові компонент спінтроники: діоди та транзистори" (денна)</p> <p>Спіновий польовий транзистор, біполярний спіновий діод, спіновий світловипромінювальний діод</p>
<p>Лк15 "Датчики магнітного поля" (денна)</p> <p>Датчики магнітного поля на основі одношарових плівок. Датчики магнітного поля на основі багатошарових плівок.</p>
<p>Лк16 "Застосування матеріалів з ГМО." (денна)</p> <p>Датчики на основі ефекта гігантського магнітоопору</p>
<p>Пр12 "Семінарське заняття на тему "Датчики на основі ГМО-ефекту"" (денна)</p> <p>Критичний аналіз конструктивних особливостей та варіантів застосування датчиків на основі ГМО-ефекту</p>

ЛБ11 "Принципи формування та функціонування приладових наноструктур спіно-клапанного типу на основі мультишарів" (денна) Мета роботи полягає у ознайомленні з основними підходами до формування приладових наноструктур спіно-клапанного типу на основі мультишарів та вивчення особливостей їх функціонування
ЛБ12 "Підсумкове заняття" (денна) Захист лабораторних робіт у письмовій формі

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Конспектування
НД2	Участь в обговоренні-дискусії (групові та парні)
НД3	Робота з підручниками та релевантними інформаційними джерелами
НД4	Виконання завдань на практичних
НД5	Виконання лабораторних робіт
НД6	Підготовка до поточного та підсумкового контролю
НД7	Написання та захист курсової роботи

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Лекції-дискусії
МН3	Метод ілюстрацій
МН4	Метод демонстрацій
МН5	Проблемний семінар
МН6	Практико-орієнтоване навчання

В освітньому процесі використовуються сучасні інформаційні та комунікаційні технології, зокрема платформи власної розробки СумДУ: MIX та, e-learning. Для оперативних консультацій та занять в умовах не сприятливих епідеміологічних обставин, використовуються сервіс відео-зв'язку Google Meet.

Під час проведення занять бакалаври отримують навички комунікації, лідерства, вміння працювати в команді, здатність логічно і системно мислити, креативність.

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	Експрес-тестування
МФО2	Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань
МФО3	Обговорення та самокорекція виконаної роботи студентами
МФО4	Перевірка та оцінювання звітів до лабораторних робіт

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Експрес тестування за матеріалом лекції
МСО2	Виконання завдань на практичному занятті
МСО3	Звіт за результатами виконання лабораторних робіт
МСО4	Захист лабораторних робіт
МСО5	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)
МСО6	Підсумковий контроль: екзамен
МСО7	Написання за захист курсової роботи

Контрольні заходи:

5 семестр		100 балів
МСО1. Експрес тестування за матеріалом лекції		12
	6x2	12
МСО2. Виконання завдань на практичному занятті		12
	12x1	12
МСО3. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		12
	6x2	12
МСО4. Захист лабораторних робіт		6
		6

МСО5. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		18
	1 модуль (2x9)	18
МСО6. Підсумковий контроль: екзамен		40
		40

Контрольні заходи в особливому випадку:

Курсова робота:

5 семестр		100 балів
МСО7. Написання за захист курсової роботи		100
		100

Методи оцінювання 1. Шкала оцінювання з навчальної дисципліни: R = 100 балів. 2. Розподіл рейтингових балів за видами роботи: а) Оформлення комплексної курсової роботи: - об'єм роботи основного тексту: - 20 – 25 стор. згідно вимог – 20 балів; - 16 – 19 стор. згідно вимог – 15 балів; - 15 стор. згідно вимог – 10 балів. використання комп'ютерної графіки: - рисунки високої якості і оформленням згідно вимог – 10 балів в залежності від якості; - рисунки без редагування – 0 балів. висновки: - конкретні висновки до роботи (вказані числові значення, зроблено порівняння...) – 10 балів; - наявність загальних висновків – 5 бали. кількість літературних посилань: - не менше 10 джерел, у т.ч. іноземні публікації, які відповідають тематиці роботи, з обов'язковими посиланнями в тексті – 10 балів; - менше 10 джерел, які відповідають тематиці роботи, з обов'язковими посиланнями в тексті – 5 бал; - посилання на сучасні джерела (від 2015-х р.), не менше 5 посилань – 10 балів: б) Зміст курсової роботи: всього 40 балів.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Інформаційно-комунікаційні системи
ЗН2	Бібліотечні фонди
ЗН3	Лабораторне обладнання (хімічне, фізичне, медичне, матеріали та препарати тощо)
ЗН4	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Ододворець Л. В., Пазуха І. М. Матеріали і компоненти функціональної електроніки : навч. посібник. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 196 с.

2	Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з курсу «Прилади та пристрої оптоелектроніки і спінтроніки» / укладачі : Л. В. Однорець, Ю. М. Шабельник. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 30 с.
Допоміжна література	
3	Куницький Ю.А. Основи спінтроніки: матеріали, прилади та пристрої: навчальний посібник / Ю.А. Куницький, В.В. Курилюк, Л.В. Однорець, І.Ю. Проценко. – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 127 с.
4	Товстолиткін О.І., Боровий М.О., Курилюк В.В., Куницький Ю.А. Фізичні основи спінтроніки. – В.: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. – 500 с.
5	Осадчук В.С. Фізична наноелектроніка: навчальний посібник / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 146 с.