

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Наноматеріали і нанотехнології в приладобудуванні
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)	Шумакова Наталія Іванівна
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 2-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 1 кред. (30 год.) становить курсова робота, 80 год. становить контактна робота з викладачем (50 год. лекцій, 30 год. практичних занять)
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	Передумови для вивчення відсутні
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Вивчення теоретичних понять в області наноматеріалів, властивостей наноматеріалів, нанокластерів та квантоворозмірні ефекти, які спостерігаються у наноматеріалах, та можливостей і методів застосування нанотехнологій у сучасній електроніці.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ. Загальна інформація. Основні напрями розвитку нанотехнологій.
Фундаментальні напрями розвитку нанотехнологій. історія розвитку нанотехнологій.

<p>Тема 2 Алмаз – один із алотропів карбону. Класифікація алотропів карбону. Історії розвитку хімічного синтезу алмазу. Методи одержання синтетичних алмазів. Властивості та застосування алмазів.</p>
<p>Тема 3 Алмазоподібні матеріали на основі карбону. Методи одержання гідрогенованих аморфних С:Н плівок. Методи одержання ультрадисперсних алмазів і наноалмазів. Структура і властивості алмазоподібних матеріалів на основі карбону.</p>
<p>Тема 4 Матеріали, споріднені алмазоподібним. Нітрид титану. Карбід вольфраму. Фізико-хімічні властивості, методи одержання, застосування.</p>
<p>Тема 5 Методи отримання наноматеріалів. Фізичні та хімічні методи одержання нанопорошків. Методи отримання тонких плівок/покриттів.</p>
<p>Тема 6 Наноструктурні матеріали. Загальна інформація та історія відкриття фулеренів. Методи отримання фулеренів. Похідні фулеренів. Фулерити, фулериди, гіперфулерени. Властивості та застосування фулеренів та їх похідних.</p>
<p>Тема 7 Нанотрубки: властивості і застосування. Загальна характеристика вуглецевих нанотрубок. Піподи. Методи синтезу вуглецевих нанотрубок (ВНТ), властивості та застосування. Невуглецеві НТ. Нанопристрої на основі ВНТ.</p>
<p>Тема 8 Фотонні кристали, наномембрани і нанодроти. Уявлення про фононні кристали (ФК), наномембрани і нанодроти (НД). Методи отримання 2D-НК та НД. Застосування ФК і НД.</p>
<p>Тема 9 Практичне застосування наноматеріалів в електроніці та приладобудуванні. Пористі наноматеріали й наноматеріали зі спеціальними фізикохімічними властивостями. Сенсорні елементи гнучкої електроніки.</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Застосовувати знання стосовно наноматеріалів в електроніці, оптоелектроніці та приладобудуванні які використовуються та розробляються у наноелектроніці для конкретних задач мікро- і ніноелектроніки, клінічної медицини тощо.
РН2	Застосовувати знання стосовно фізичних процесів, що виникають при взаємодії нанокластерів, нанокомпозитних матеріалів та наноструктур.

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

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

ПР1	Узагальнювати сучасні наукові знання в галузі електроніки та застосовувати їх для розв'язання складних науково-технічних задач, доведення отриманих рішень до рівня конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах
-----	---

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Вступ. Загальна інформація. Основні напрями розвитку нанотехнологій.	
Лк1 "Основні напрями розвитку нанотехнологій." (денна)	Основні перспективні напрямками розвитку НТ .Попит на нанотехнологічну продукцію на ринку. Галузі застосування нанотехнологій.
Лк2 "Історія розвитку нанотехнологій." (денна)	Події в історії науки, які були попередниками розвитку нанотехнологій.
Тема 2. Алмаз – один із алотропів карбону. Класифікація алотропів карбону.	
Лк3 "Класифікація алотропів карбону. Фізичні властивості алотропів карбону." (денна)	Історії розвитку хімічного синтезу алмазу . Графіт, карбін- алотропні модифікації карбону, фізико-хімічні властивості, методи отримання та застосування.
Лк4 "Методи одержання алмазу. Фізико-хімічні властивості, застосування." (денна)	Методи одержання штучних кристалів алмазу, переваги та недоліки методів одержання.
Лк5 "Графен як перспективний матеріал електроніки." (денна)	Методи отримання графену, застосування.
Пр1 "Застосування алмазіу, графіту та графену в електроніці та приладобудуванні." (денна)	Практичне застосування алмазів. Графен – перший представник класу двовимірних матеріалів, перспективи застосування графену.
Пр2 "Історія хімічного синтезу алмазу." (денна)	Історичні факти хімічного синтезу алмазу.
Тема 3. Алмазоподібні матеріали на основі карбону. Методи одержання гідрогенованих аморфних С:Н плівок.	
Лк6 "Методи отримання алмазоподібних плівок." (денна)	Принципи і методи формування алмазоподібних плівок. Класифікація методів осадження (осадження у вакуумі, осадження на атмосфері).
Лк7 "Методи одержання ультрадисперсних алмазів (УДА) і наноалмазів (НА)." (денна)	Методи одержання гідрогенованих аморфних алмазоподібних плівок. Застосування УДА та НА.

Тема 4. Матеріали, споріднені алмазоподібним.
Лк8 "Основні методи отримання плівок споріднених з алмазоподібними." (денна) Класифікація методів (фізичні та хімічні методи отримання). Карбіди та нітриди.
Пр3 "Структурні особливості плівок нітриду титану та карбіду вольфраму." (денна) Умови синтезу та структурні особливості. Отримання, будова і властивості плівок нітриду титану.
Пр4 "Письмова робота на тему" Алмазні та алмазоподібні матеріали"" (денна) 1. Методи і суть механізму синтезу алмазів. 2. Загальна характеристика методів одержання АПП. 3. Одержання ультрадисперсних та наноалмазів, особливості технології.
Тема 5. Методи отримання наноматеріалів.
Лк9 "Властивості та застосування наноматеріалів. Методи отримання наноматеріалів." (денна) Порошкові методи; методи отримання тонких плівок/покриттів;- кристалізацію аморфних сплавів; методи інтенсивної пластичної деформації; комплексні методи – використання декількох підходів.
Лк10 "Типи формування наноструктур." (денна) Методи отримання: підхід «зверху вниз» (bottom-up), «знизу вгору» (top-down).
Пр5 "Наноматеріали зі спеціальними фізикохімічними властивостями." (денна) Пористі наноматеріали й наноматеріали зі спеціальними фізикохімічними властивостями.
Пр6 "Методи отримання наноматеріалів. Властивості та застосування." (денна) Методи інтенсивної пластичної деформації; комплексні методи – використання декількох підходів.
Тема 6. Наноструктурні матеріали.
Лк11 "Загальна інформація та історія відкриття фулеренів." (денна) Загальна інформація (фулерен -алотропна модифікація карбону), методи одержання фулеренів. Шлях фулерена.
Лк12 "Похідні фулеренів." (денна) Фулерити, фулериди властивості методи отримання та застосування.
Лк13 "Гіперфулерени- високосиметричні фулерени." (денна) Основні напрями і галузі застосування фулеренів та їх похідних.
Пр7 "Природні фулерени." (денна) Шунгіт-природний композит. Застосування та унікальні властивості

<p>Пр8 "Фулерени та їх похідні." (денна) Властивості та застосування фулеренових плівок. застосування фулеренів та їх похідних у медицині.</p>
<p>Тема 7. Нанотрубки: властивості і застосування.</p>
<p>Лк14 "Загальна характеристика вуглецевих нанотрубок." (денна) Три форми способу згорання вуглецевих нанотрубок (ВНТ). Хіральність нанотрубок.</p>
<p>Лк15 "Методи синтезу вуглецевих нанотрубок." (денна) Метод синтезу у плазмі дугового розряду, метод високовольтного розряду, та інші методи.</p>
<p>Лк16 "Піподи та багатостінні нанотрубки." (денна) Структура піподів, формування піподів. Піподи як перспективний матеріал для мікро і наноелектроніки.</p>
<p>Лк17 "Невуглецеві нанотрубки." (денна) Типи невуглецевих нанотрубок, властивості (електроні, термодинамічні, механічні).</p>
<p>Лк18 "Нанопристрої на основі ВНТ." (денна) Суперконденсатори, тонкоплівкові транзистори, холодні катоди, зонди тунельних мікроскопів, квантові дроти.</p>
<p>Пр9 "Властивості та застосування нанотрубок." (денна) Перспективи застосування нанотрубок в приладобудуванні та електроніці.</p>
<p>Пр10 "Перспективи застосування нанотрубок." (денна) Застосування НТ в електроніці, приладобудуванні, медицині.</p>
<p>Пр11 "Письмова робота." (денна) 1. Назвіть нанопристрої на основі ВНТ 2. Методи одержання ВНТ 3. Принцип роботи діода на основі ВНТ</p>
<p>Тема 8. Фотонні кристали, наномембрани і нанодроти.</p>
<p>Лк19 "Уявлення про фотонні кристали." (денна) Ефекти в фотонних кристалах, застосування.</p>
<p>Лк20 "Наномембрани і нанодроти." (денна) Методи одержання, схема процесу виготовлення, характерні особливості.</p>
<p>Лк21 "Можливе практичне застосування наномембран і нанодротів." (денна) Практичне застосування наномембран і нанодротів.</p>

<p>Пр12 "Задачі та вправи" (денна)</p> <p>1. Пояснити причину виникнення фотонної забороненої зони в ФК. 2. Дати загальну характеристику 2D-НК 3. Показати схематично морфологію трьох типів плівкових НД Ансермета.</p>
<p>Тема 9. Практичне застосування наноматеріалів в електроніці та приладобудуванні.</p>
<p>Лк22 "Магнітні наночастки для створення запам'ятовуючих пристроїв." (денна)</p> <p>Феррорідини на основі магнітних матеріалів; оптикоелектронні устрої: – комутатори на основі кераміки, легованої рідкоземельними елементами;</p>
<p>Лк23 "Наносенсори" (денна)</p> <p>Застосування для наносенсорів включають ліки; виявлення забруднюючих речовин та патогенів на робочому місці, навколишньому середовищі, для перших відреагувавших і в таких продуктах, як продукти харчування; і моніторинг виробничих процесів та обладнання та транспортних систем.</p>
<p>Лк24 "Наноінструменти" (денна)</p> <p>Наноінструменти для управління найдрібнішими наночастинками - особливо у водному середовищі. Нанороботи.</p>
<p>Лк25 "Основні сфери застосування нанороботів" (денна)</p> <p>Механізм доставки ліків. Надміцні метаматеріали. Датчики здоров'я.</p>
<p>Пр13 "Наноінструменти" (денна)</p> <p>Завдяки нанотехнологіям, а особливо наноінструментам, молекулярна медицина отримує реальні можливості для виконання своїх стратегічних завдань.</p>
<p>Пр14 "Наносенсори" (денна)</p> <p>Роботизована хірургія. Датчики здоров'я.</p>
<p>Пр15 "Письмова робота" (денна)</p> <p>1. Основні сфери застосування нанороботів. 2. Привести приклади сучасних наноінструментів з використанням нанотрубок. 3. Навести приклад пристроїв для індивідуальної діагностики.</p>

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка до лекцій
НД2	Конспектування
НД3	Виконання практичних завдань
НД4	Підготовка та презентація доповіді
НД5	Написання та захист курсової роботи

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Метод ілюстрацій
МН2	Лекції-дискусії

Лекції (Лк), Практичні роботи (Пр).

Комунікація, робота у команді, креативне мислення

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

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Оцінювання письмових робіт
МСО2	Складання комплексного письмового модульного контролю
МСО3	Написання та захист курсової роботи
МСО4	Підсумковий контроль: екзамен
МСО5	Звіт за результатами виконання практичних робіт

Контрольні заходи:

2 семестр		100 балів
МСО1. Оцінювання письмових робіт		20
	4x5	20
МСО2. Складання комплексного письмового модульного контролю		20
	2x10	20

МСО4. Підсумковий контроль: екзамен		40
		40
МСО5. Звіт за результатами виконання практичних робіт		20
	4x5	20

Контрольні заходи в особливому випадку:

Курсова робота:

2 семестр		100 балів
МСО3. Написання та 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	Бібліотечні фонди
ЗН2	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН3	Проекційна апаратура

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	1. Проценко І. Ю. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці : підручник / І. Ю. Проценко, Н. І. Шумакова. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 151 с.
Допоміжна література	
2	1. Азаренков М.О., Неклюдов І.М., Береснев В.М., Наноматеріали і нанотехнології. –Навчальний посібник Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. – 315 с.